



本誌は再生紙を  
使用しています

# 林業技術



年頭のごあいさつ

〈今月のテーマ〉 **スギの材質**

第48回（平成13年度）森林・林業写真コンクール 優秀作品（白黒写真の部）紹介

2002 No.718

1

測定範囲拡大の新機構

# エクスプラン X-PLAN New lineup

高度な測定機能を揃えた



座標／面積／線長・辺長／半径／角度／円心／円中心  
三斜面積／放射距離／座標点マーク  
等高線法による求積／回転体の体積、表面積、重心



460F

エクスプラン・エフ  
X-PLAN F シリーズ

無充電連続使用 120時間

用紙サイズに対応する各機種を揃えております。  
最大上下測定幅A1サイズ。  
(広告写真の460機種はA2用紙をカバーできます)

座標取り込みに最適な



座標／面積／線長・辺長  
半径／座標点マーク



460F.C

エクスプラン・エフ・シー  
X-PLAN F.C シリーズ

無充電連続使用 120時間

面積・線長測定に専用の



データー

面積／線長

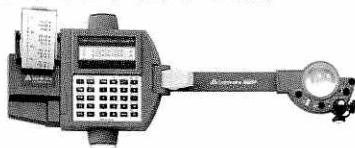


460dIII

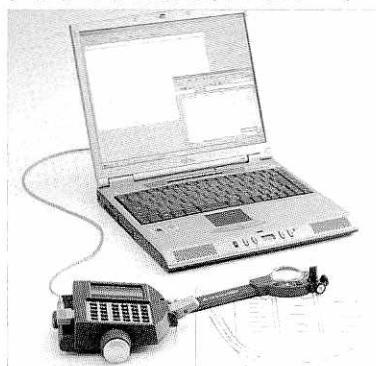
エクスプラン・データー  
X-PLAN dIII シリーズ

無充電連続使用 100時間

ミニプリンタ (全モデル共通)



デジタイザとして (F/F.Cシリーズ)



●エクスプランとPCをつないで、さまざまな測定システムを構築します。

●豊富なエクスプランの連動ソフトウェアを用意しています。

●カスタムソフトの制作もお受けいたします。

どこでも いつでも  
べんりに使える  
レーザトータルステーション

LTS-300

ULD-300(可視レーザ距離計)+TEO-100(1分読小型セオドロイト)

ターゲットをキャッチしやすい

可視赤色レーザ

反射シートで

300mの精密距離測定

軽量・コンパクト設計

PDAとつなげてデータ処理



TEO-100

- PDA接続が作業を効率よく処理。
- 測定データをPCへ携帯電話で転送することも可能。

牛方商会

〒146-0083 東京都大田区千鳥2-12-7 TEL.03(3758)1111 FAX.03(3756)1045  
<http://www.ushikata.co.jp> E-mail:[info@ushikata.co.jp](mailto:info@ushikata.co.jp)

# 林業技術 ● 目次 ● 1. 2002 No. 718

RINGYO GIJUTSU



- 年頭のごあいさつ ..... 弘 中 義 夫 2

## ● 今月のテーマ／スギの材質

スギ材質の特徴 .....	平 川 泰 彦	3
スギ品種間における材質の変動 .....	中 谷 浩	10
林木育種によるスギの材質改良 .....	藤 澤 義 武	14
スギ生立木の簡便な材質評価法（心材含水率） .....	中尾哲也・釜口明子	20
スギ製材品の強度 .....	長 尾 博 文	24
地域材（八溝の杉）を産直で使う .....	石 川 育	28
徳島スギと民家型住宅への流れ .....	三 浦 茂 則	31

- Photo 第48回（平成13年度）森林・林業写真コンクール優秀作品（白黒写真の部）紹介 ..... 34

- トピックス 北ア・笠ヶ岳——播磨上人の幻の登山道と石仏の探索 ..... 清 水 洋 翠 40

- 会員の広場 知床半島の付け根、金山団地における群状植栽 ..... 小 宮 忠 義 42

- 隨筆 技術は役に立つか？～開発援助における技術と社会  
第8回 実験と援助 ..... 佐 藤 寛 45  
パソコンよろす話＜第10回＞ PCのビデオカードの話 ..... 佐 野 真 琴 46

- コラム 「森林・林業百科事典」誕生こぼれ話⑥ ..... 23 農林水産環境展2001 開催される ..... 50  
緑のキーワード（IPCC） ..... 39 本の紹介 ..... 50  
新刊図書紹介 ..... 39 林政拾遺抄 ..... 51  
浜口哲一の5時からセミナー 10 ..... 48 技術情報 ..... 52  
統計にみる日本の林業 ..... 48 林業関係行事一覧 ..... 53  
こだま ..... 49

- 案内 『大別山五葉松とその起源』（新刊のご案内） ..... 13  
謹賀新年／日林協催し等の募集締切案内／協会のうごき 他 ..... 54

〈表紙写真〉 瞬間 第48回森林・林業写真コンクール 一席（林野庁長官賞） 原 好高（兵庫県伊丹市在住）撮影 伊丹市昆陽池（こやいけ）公園にて。ミノルタα-9 xi, AFズーム, 100~300ミリ, F8, オート。「ルリビタキの美しさと動きのある姿を求めて、長時間ねばってやっと撮影することができたひとコマです」

# 年頭のごあいさつ

社団法人 日本林業技術協会

理事長 弘中 義夫



謹んで新春のお慶びを申し上げます。会員の皆様もご健勝で新年を迎えたことと存じます。昨年は、米国での同時多発テロ、これに引き続くアフガニスタン紛争に国際社会が騒然となり、国際経済の低迷に拍車をかけることになりました。本年はこれらの諸問題が解決され明るい年になることを祈念しています。

森林・林業の分野では、森林・林業基本法の制定、森林・林業基本計画の策定が行われ、本年からいよいよ新世紀の森林・林業政策が新たにスタートすることになりました。

新たな基本法では、従来の林業の安定的発展と林業技術者の地位の向上を指向するという考え方から、森林の多面的機能の持続的発揮を指向するという考え方による大きな転換が行われました。また、森林・林業基本計画では、これを受けて多様な森林の整備を推進することとし、特に重視すべき森林の機能に応じて、森林を「水土保全」、「森林と人との共生」、「資源の循環利用」に区分し、それぞれの区分に応じた適切な森林施業を推進することとされました。このためには、多様な森林施業技術を構築するとともに、これに対応した多様な森林・林業施策が必要であると考えます。

また、昨今、地球温暖化防止対策として森林の二酸化炭素の吸収・貯蔵機能が重視されていますが、地球温暖化防止のためには木材を長期間利用すること（炭素を貯蔵する働き）や、エネルギー集約型の資材を代替すること（炭素の排出を削減する働き）、化石エネルギーを代替すること（炭素を隔離し続ける働き）による効果のほうが多いものであります。このため、木材の循環利用システムを構築するとともに、グリーン購入法の活用を含め木材利用促進のための施策が必要であると考えます。

日本林業技術協会としても、これらの森林・林業技術の新たな構築に向けて、会員の皆様と一緒に努力してまいりたいと考えています。さらに、行政改革の大きな流れの中で、公益法人のあり方についても議論が深まり、その運営にあたっては、より公益性と透明性が要求されています。日本林業技術協会といたしましては、今後とも本来の使命を達成すべく公益事業の充実を図るとともに、公益法人にふさわしい事業の実施、公正な運営等に努めてまいりたいと考えています。会員各位のご指導、ご協力を願いして年頭のごあいさつとします。

# 今月のテーマ スギの材質 (p.3~p.33)

新年、明けましておめでとうございます。本年はどうぞよろしくお願ひ申し上げます。さて、年の始めにお届けする“今月のテーマ”は「スギの材質」です。その実態解説五題、材の活用事例二題をご紹介します。

(普及部編集室)



## スギ材質の特徴

### 平川 泰彦

(ひらかわ やすひこ・(独)森林総合研究所 木材特性研究領域 組織材質研究室長)

#### はじめに

近年における木材産業を取り巻く環境は極めて厳しい状況にあり、特に本邦産主要造林樹種であるスギの原本価格の低下と販売不振は、深刻な状況に陥っています。スギの販売が不振である理由を説明するのは簡単ではありませんが、スギの生産材の主流が中目材またはそれより小径の間伐材であるのに対し、外国産材は大径材でかつ安価であり、集成材の部材や板材の利用等において外国産樹種との価格競争で遅れを取っていることが大きな理由の一つと考えられます。仮に、70~80年生で径が50cm以上の大径材のスギの量産が常時可能であれば、話はやや違っていたかもしれません。

それではなぜ、間伐中小径材では市場競争で不利になるのでしょうか？通貨レートの違いなどによる価格は別問題として、そこで議論になるのが材質の問題です。スギだと（間伐中小径材でも何でも）材質が悪いから使えない！という声がときどき聞かれます。しかし、材質を調べている者の立場から言えば、これは事実ではありません。どの樹種であれ、特に針葉樹では、大径材に比べて若齢木の中小径材の材質が劣るのは、樹木の本来の性質から見てごくふつうことであり、外国産の大径材とスギの間伐中小径材の材質を天秤に掛けて比較してもあまり意味はありません。同じ大径材で比べれば、スギの材質だけが悪いなどという事実はありませんし、もちろん中小径材で比較しても同じです。スギの間伐中小径材だけ、材質が悪いわけではないのです。

しかし、スギには多くの栽培品種や地域品種などがある、材質の変動の幅がやや大きい傾向があるのも事実です。例えば、樽材に適するスギと柱材に適するスギとが別々に育成されてきたので、年輪幅や強度が地域や品種でかなり違うような例があります。地域や品種などで材質の異なるものを、同一原材料としてま

とめて使おうとすれば、品質が不均質となる場合があり問題が出てきます。スギには長い育成造林の歴史があるがゆえに、地域や品種などの個性や特徴が強く現れているものがあることは確かです。しかし、利用サイドのあるニーズから外れたものだけを取り上げて、あたかもすべてのスギの材質が悪いかのように語ることは、正しい材質評価とは言えません。

もちろん、スギに欠点がないというわけではなく、黒心を伴う高含水率の心材のような問題も存在しています。しかし、これとて、世界中のモミ類やベイスギでも見られることが知られています。

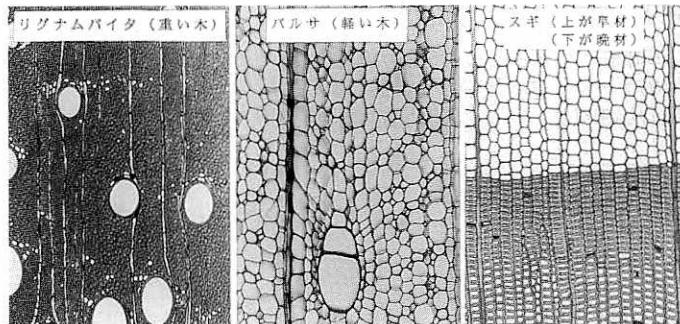
これまでの経験から見れば、大規模造林を行って中小径の間伐材を利用しようとすれば、どの樹種であれ問題のないものなどないと言っても過言ではないでしょう。スギにおいては将来を見据えて、中小径材の材質を改良してしまおうという意欲的な取り組みがすでに始められています。正しく評価すれば、スギは将来性が悲観される樹種などでは決してないことは確かでしょう。

本号の企画は、スギの材質の特徴を材質変動、育種などそれぞれの専門家が解説し、スギの材質の実態について正しい情報を提供しようというものです。スギについての長所・短所が明らかにされると思いますが、一部でささやかれていたような、スギだから悪いなどという事実はないことがよくおわかりいただけるものと思います。

本稿では、材質について的一般論を説明し、次にスギの材質の特徴と問題点、そしてそれにかかるトピックスについて概説します。

#### 材質を考えるときの注意事項とは？

強度、密度(比重)、含水率など木材のさまざまな性質を総称して材質と言います。材質には、生物的な性質(幹の形、枝節性、纖維傾斜など)、物理的な性質(密度、収縮率など)、化学的な性質(色調、化学成分、耐



▲組織による木の重さ（密度）の違いを示す顕微鏡写真  
スギで網の目のように見えるのは仮道管  
という細胞の横断面（すべて同じ倍率）

久性など），さらには機械加工性等を加えれば、多くの性質が含まれます。これらの中で、利用と密接な関係があり、一般によく使われる、生物的な性質、密度、収縮率、含水率、強度的性質（例えば、軸方向の曲げヤング率：木材にある力をかけたときの曲がりにくさ、曲げ強度：同様に曲げたときの折れにくさ）などを、基礎材質や一般材質と言います。ここでは、以後、ヤング率と言えば軸方向の動的ヤング率、強度は曲げ強度のことを指すと考えてください。

材質の良し悪しは利用目的によって異なるので、材質評価には用途が重要なポイントになります。例えば、樽桶材で使うなら加工のために割裂のしやすいのが良い材質の木ですが、柱や板などの建築材で使うなら割れにくいほうが良い材質と言えます。ある利用法では良い材質であっても、別の目的で使うときは悪くなることもあります。そのため、材質という用語については、ある用途を前提としたときの材質（wood quality）と特に用途を限らない材質（wood property）とを使い分ける場合があります。イスの脚に適するかどうかの話をしていくときの材質とは wood quality で、どこに使うか決めていないときの話なら wood property というわけです。

### 材質に違いが生じるのはなぜか？

同じ木材でも材質に違いが生じる理由は何でしょう？ 樹種、品種、樹木の生えている場所、樹木の大きさや樹幹の中の位置などで、主には組織構造や化学成分が違ってくるためです。

写真には、密度の例を示しました。世界一重いとするリグナムバイタという木の密度は  $1.2 \text{ g/cm}^3$  で、軽いバルサでは  $0.15 \text{ g/cm}^3$  くらいで、細胞の形態が違うので空隙量に大きな違いがあります。スギでは、春に形成される早材の軽い部分で  $0.2 \sim 0.3 \text{ g/cm}^3$ 、夏に

形成される晩材の重い部分で  $0.8 \sim 1.1 \text{ g/cm}^3$  くらいなので、平均では  $0.32 \sim 0.45 \text{ g/cm}^3$  くらいです。空隙のない木材の細胞壁だけの（木材実質）密度は約  $1.5 \text{ g/cm}^3$  ですので、木材の密度は空隙の量で決まります。スギの早材と晩材の割合や個々の空隙量が、品種などの遺伝性や環境変化で変われば、密度が変わることはあることは、この写真からも想像できると思います。

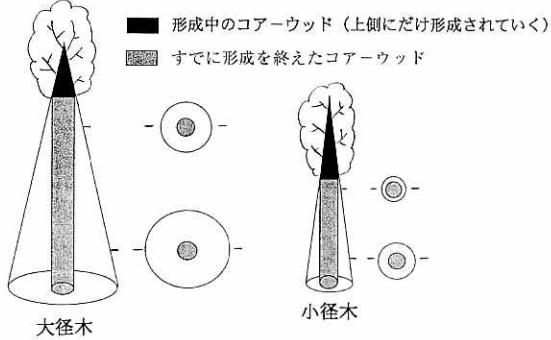
一般に、密度の高い二重い木材は強くなります。しかし、強くてもあまりに重すぎるとかえって運搬、設計、加工や施工に支障をきたすので、軽い割には強い針葉樹が構造用材に使われることが多いのです。スギ等では年輪ごとに早材と晩材とが層状になっていますので、軽い割りには強い木材になるのです。

スギでは、材質のバラツキが大きいと言われるのは、品種などが多く、生育地が広範囲にわたっていることに大きな原因があります。用材として使われる樹木では、花などとは違って品種と言われるものは極めて少なく、多くの品種があるのはスギのみと言っても過言ではありません。スギ品種の多くは九州に分布しますが、全国では数十～100以上の品種があると言われています。しかし、自然に地域で成立したものや栽培されたものなどがあって、正確な数は特定できません。スギでは、品種等のある特定の性質を持った個体が限られた地域で繰り返し増殖されることが多いので、別のものと比較すれば材質にも違いが出てくる場合が多いのです。

また、同一樹種でも樹幹の大きさや樹幹の中での位置が違えば材質が変わってきます。針葉樹では一般に髓近くで強度的性質が劣るので、構造用材や集成材等の部材として使おうとすれば小径木で材質が悪い部分が多くなり、大径木では良い部分が多くなります。また、スギでは、髓近くの部分の中でも、特に樹幹の下側ではヤング率の低い範囲が広いものがあります。スギの間伐中小径木が外材の大径木と比較されて、劣勢になるのはこれも原因の一つです。樹幹の中における材質の違いは、スギの中小径材の材質を考えるうえでの一つのポイントになりますので、あらためて説明します。

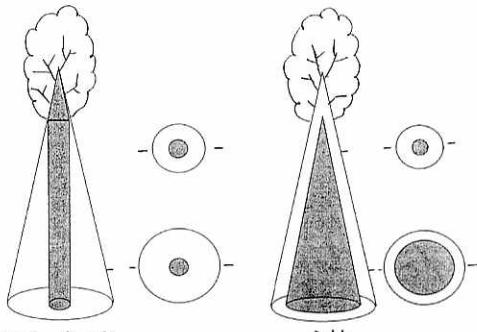
### 中小径材の材質が劣る理由

中小径材の大きさは、ここでは便宜的にほぼ中目材



▲図① 大径木と小径木のコアーウッドの割合の違い  
(繊維長で区分したとき)

針葉樹では大径木ほどコアーウッドの割合が少ない



▲図② 同じ木で比較したコアーウッドと心材の範囲

以下の大きさ、約30cm以下で、樹齢（丸太に含まれる年輪数）も約30年以下程度とします。針葉樹材では、どの樹種でも共通に中小径材の材質が劣るのですが、その主な理由は以下の3点と言えます。1)コアーウッド（未成熟材、樹冠材）の割合が多い。2)心材の割合が少ない。3)節の割合が多い。これらについて説明します。

1) コアーウッドとアウターウッド（未成熟材と成熟材、樹冠材と枝下材）：針葉樹材の材質を調べると、髓から約15年輪ほど、距離にすると直径約15cmほどの範囲では、それより外側と比べて材質が異なるのがふつうです。髓近くの内側の部分をコアーウッド、未成熟材、樹冠材などと言い、外側の材をアウターウッド、成熟材、枝下材などと言います。用語がいろいろあるのは、原因解釈に諸説あり、説によって用語が違うためです。ここでは、コアーウッド（corewood）とアウターウッド（outerwood）を使うことにします。

簡単に言えば、コアーウッドでは節が多く、繊維が短く、密度が低く（スギやヒノキでは逆に高い場合が多い）、ヤング率が低い等の特徴があり、各性質のバラツキが大きいので、材質は一般にコアーウッドで劣っています。その原因説明には諸説あって確定していませんが、何らかの遺伝的な制御がなされていることは確かです。

また、コアーウッドの範囲は、樹幹の中で髓を中心にして円筒形であったり円錐形に近かったりと性質によって多少違いますが、髓から約10～25年輪以内の範囲に通常は収まるのが特徴です。例えば、繊維（仮道管という細胞）の長さでコアーウッドとアウターウッドを分けると、繊維が短いコアーウッドの部分はだいたい髓から15年輪から20年輪目までで、その範囲は円筒形になります（図①）。そして、コアーウッドは幹がそれ以上太くなっても大きくなることはないので、

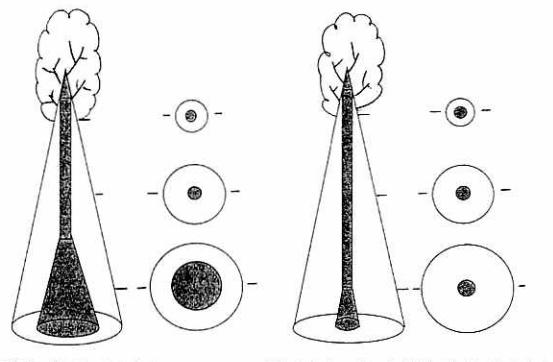
大径木の下側ほどコアーウッドの割合は少なくなります。一方、小径木は大部分がコアーウッドで占められ、アウターウッドはほとんどありません。例えば、長い繊維を調達するためのパルプ用材として使うなら、基部側の1番丸太の材質が最も良く、大径木ほど良いことになります。

近年までは、繊維長で区分したコアーウッドとアウターウッドの範囲は、他の多くの性質でも共通であると考えられ、両者を区分する基準として使われてきました。例えば、カラマツなどでは、この部分の密度が低く強度が低いことなど、大体の範囲が一致するので、1番丸太が良いとされてきたのです。しかし、スギの強度的性質などでは、うまくは当てはまらない場合があることが最近わかつてきました。それについては、後であらためて説明します。

2) 辺材と心材：辺材とは白太とも呼ばれ、樹幹の外側にあって通常黄白色で、含水率の高い一部の細胞が生きている部分です。それに対して、心材とは赤身とも呼ばれ、樹幹の中央部にあって、色が辺材より通常濃く、含水率が低く、生きている細胞の存在しない部分です。

心材では、細胞がプログラムされて死ぬ（アポトーシス）ときに固有の化学成分をつくるので、樹種特有の心材色になります。心材は耐久性に優れ、色も良く、含水率が低く使いやすいため、木材を利用するときに心材を多く使う傾向があります。一方、辺材では、生きている細胞にデンプン等が含まれ害虫の養分となり、心材成分もないのに耐久性がやや劣ります。

心材・辺材とコア・アウターウッドとの違いは、心材は針葉樹と広葉樹の双方にふつうに存在し、樹幹が太くなるに伴って大きくなっていくのに対し、コアーウッドは針葉樹だけに見られ、樹幹の上方にのみ形成されていく以外は、ある範囲以上に大きくなるこ



一部のスギ品種に見られるタイプ  
樹幹の下側でコアーウッドの範囲が広い

スギも含めた一般の針葉樹に見られるタイプ  
樹幹の下側の範囲は狭い

▲図③ 軸方向ヤング率で区分したコアーウッドの範囲  
(中小径材での例)

とはない点などです(図②)。ある樹齢の木のある地上高の部分では、心材とコアーウッドの範囲が一致することがあります、両者の性質は全く別のもので、成長するとともに心材のほうが常に大きくなります。ですから、大きい樹木ほど心材を多く含む(心材率が高い)ことになります。

3) 節の割合: 節とは枝の断面であり、通常髓とつながっていますので、髓近くの樹幹の内側では枝を打ってやるか自然落枝を促進させないかぎり、外側に比べて節の数が多くなります。中小径材で節が多くなるのはスギに限ったことではなく、針葉樹材なら共通の現象です。死節の数が多いと一般に強度が低くなり、構造材としての材質低下の大きな原因となります。枝打ちの重要性はここにもあります。

今までの話をまとめると、1本の木の中でも一般的に材質が優れるのは、節の少ないアウターウッドの心材部ということがおわかりいただけるかと思います。木取りとしては、丸太の内側(コアーウッド)と外側(辺材)を除いた部分から採材するのが理想的で、一般的には大きい木ほど木材の利用には有利なのです。

### スギの材質の特徴と問題点

これまでの説明で、スギだけでなく針葉樹の丸太では、中小径材より大径材が一般に材質が優れることがおわかりいただけたかと思います。では、スギの材質の特徴にはどんなものがあるのでしょうか? これまで一般的に言われてきたことは、スギは軽軟であるが強度的に優れ建築材として用いられる。また、割裂性<sup>とおり</sup>が良く水を透しにくいことから樽材や桶材としても優れ、淡い紅色の心材色は美しく、天井板やつき板などにして化粧用材としても賞用されます。さらには、曲

げものや船材の材料にも使われるというところでどうか。要するに、何にでも使える優れた木であることには確かなです。

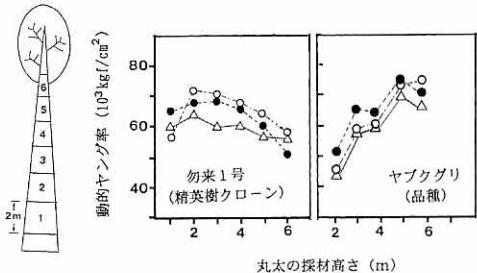
繰り返しますが、まずスギの材質の特徴として言えることは、品種などが多くて地域的な特徴を持つ個体が多いことが挙げられます。このことは、材質変動の幅を大きくしてしまう反面で、いろいろなタイプの個性的な材質のスギを生じさせます。材質の変動の大きさは、原材料としての利用効率にはややマイナスになりますが、多目的に利用できる点ではプラスにもなります。スギは、遺伝的に異なる材質を持つ個体が大切に管理、保存、そして増殖されていることでは世界的に見てもまれな造林樹種と言え、今後の造林木の遺伝的な研究には有利な材料と言われています。将来、いろいろな材質のスギを自由につくり出すためのさまざまなタイプの標本が、すでに用意されているというわけです。

スギにおける材質のバラツキについては、特に強度的性質で問題にされることが多いので、まずそれについて説明します。次に、スギでは高含水率心材を伴う黒心の発生が見られることも大きな問題になっていますので、それについても説明していきたいと思います。

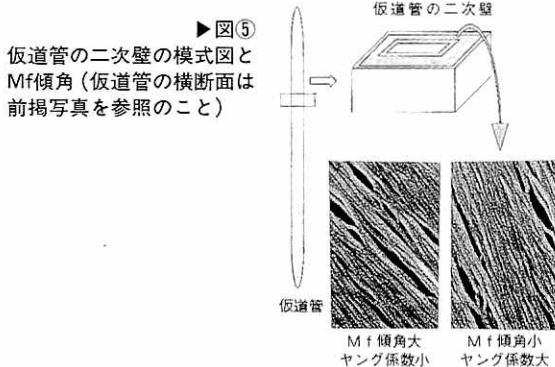
1) 強度的性質: 強度的性質については、樹幹内と個体間での主にヤング率のバラツキの問題があります。樹幹内では、コアーウッドとアウターウッドのような幹の内側と外側との違いに加えて丸太の高さ方向での違いがあり、個体間ではそれらが品種などで違ってきます。また、スギにはヤング率がコアーウッドで低いものがあるにもかかわらず、強度はそれほど低くないという特徴もあります。

まず、スギにおけるコアーウッドのヤング率の変動の特徴について説明します。これは、丸太の高さ方向のヤング率の変動にも関係しています。すべての針葉樹で、ヤング率はコアーウッドで低く、その範囲は樹幹の下側では円錐形(円錐台形)で、上側では細い円筒形になります。そして、多くの針葉樹では円錐部分が小さく、纖維長で区分したコアーウッドと同じように全体では円筒形に近いのですが、スギでは円錐部分が品種などによっては大きいものがあります(図③)。スギでは1本の木の樹幹の中で比較した場合に、ヤング率の低い部分が、品種などによっては基部側に大きく広がっているものがあるのです。

纖維長で区分したコアーウッドの範囲と形が同じなら、樹幹の上部ほどコアーウッドの割合が大きくなる

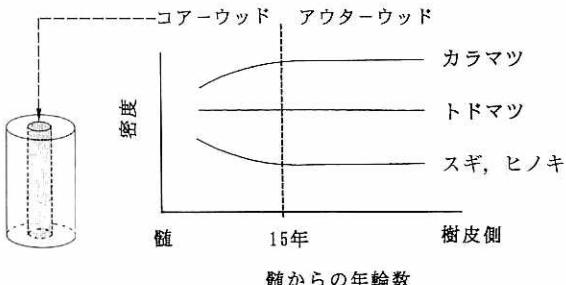


▲図④ スギの丸太ヤング率の高さ方向の変動  
(各3個体)



ので（上ほど幹は細くなるがコアーウッドの太さは変わらないため）、ヤング率がだんだん低くなるのですが（図④、勿来1号）、基部側でコアーウッドの多いタイプのスギでは、変化の仕方が違ってきます。基部側の丸太では、コアーウッドの割合が多くなるのでヤング率が低くなり、中間では高くなり、さらに上にいくとまた低くなります（図④、ヤブクグリ）。

これまで2～4 m長なら1番（根張りがあるなどのときには2番）丸太が最もヤング率が高いと考えられてきたのですが、必ずしもそうではない品種等もあるのです。したがって、ヤング率が低いと言われている品種でも、これまで1番丸太のデータが標準とされてきたものについては、上部側の丸太のヤング率の値も確認してみる必要があるかもしれません。このタイプのスギの一つであるボカスギでは、地上高0～2 mと6～8 mの丸太を比べたところ（40年生），後者が前者の約1.5倍の値を示したというデータがあります。基部側の1～2 mを別用途に使えば、上部側を構造材で使うのに支障のないスギでも、基部側の1番丸太だけで判断すると、ヤング率の低いスギと言われてしまうことになりますので、採材には注意が必要です。大径木になればコアーウッドの存在は無視してもよい場合も出でますが、中小径材で利用するなら話は別な



▲図⑥ 密度の水平方向の変動パターン

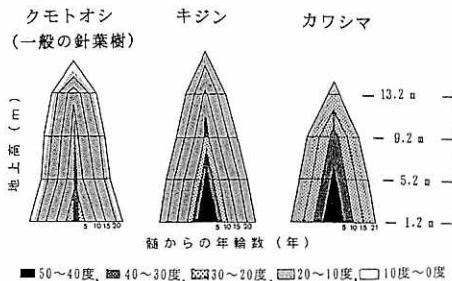
のです。

また、多くの針葉樹材では、強度もコアーウッドで一般に低く、その範囲は細い円筒形に近いのですが、スギやヒノキの節のない部分では特に強度の低い部分ではなく、したがって無節なら、コアーウッドにあたる部分はほとんどないという特徴があります。言い換えれば、スギのコアーウッドではヤング率が低くても強度はさほど低くないということになります。

ヤング率と強度とは関連性が高いのに、なぜスギのコアーウッドでは両者の関係が他の樹種と異なるのでしょうか？ これらには、密度とミクロフィブリル傾角が関係していると考えられています。ミクロフィブリルとは、主にセルロースの結晶の束で、細胞の壁の鉄筋に相当する微細な纖維で、ここではMfと略します。

密度は、ヤング率、強度ともにプラスに働きます。したがって、密度が高い=重い=ヤング率と強度が高いことになります。一方、Mfの細胞の長軸に対する角度（Mf傾角と言います。図⑤）は、大きいほどヤング率にはマイナスに働き、その影響は密度より大きい場合があることが知られています。なぜなら、スギでは他樹種に比べて密度が大きい割にはヤング率が低い場合があるのです。ヤング率に影響する因子は、主に密度とMf傾角の二つで、強度には主に密度だけが影響します（節や纖維傾斜等がない場合），これらの値の違いが、ヤング率と強度の樹種さらにはスギの品種間等による違いを生じさせることになります。

カラマツなどでは、髓側で密度が低いのに対してスギ、ヒノキやトドマツなどでは逆に高いか、ほとんど変わりません（図⑥）。カラマツ等の密度が低いコアーウッドの範囲は円筒形ですが、纖維長で区分したコアーウッドの範囲よりは狭い範囲と言われています。したがって、カラマツなどでは、密度で区分したコアーウッドではヤング率も強度も低くなります。しかし、スギなどでは密度が高いか変わらないので、強度だけで見るとコアーウッドはほとんど区別できません。

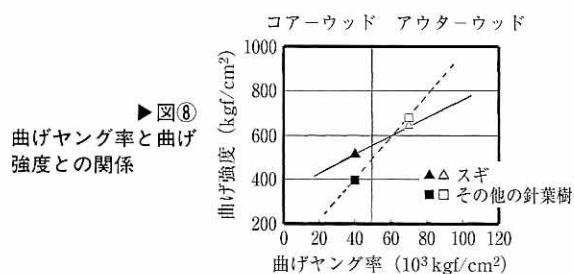


▲図⑦ 3品種のスギの樹幹内におけるMf傾角の変動

一方、Mf傾角は、すべての針葉樹の髓側で大きく、外側に向けてだんだんと小さくなり、ほぼ一定になります。しかし、スギでは、特に値の大きいものや漸減していくのに年数のかかるものなど、変化の仕方が品種で異なるものがあります。カラマツなどでは、約5~10年輪以内でほぼ一定値(最小値)になりますが、ある品種のスギでは、樹幹の高さによって、一定(最小)になる年数が違うのです。これはすべての品種に見られるわけではありませんが、スギで見られる特徴です(図⑦)。前掲図③に示したように、ヤング率が低い部分で区分したコアーウッドの中でも、下側の円錐台の部分は、まさにMf傾角が大きい部分(図⑦)とほぼ一致するのです。

したがって、ヤング率と強度との関係においては、スギでは特に樹幹の下側の髓近くで、他の樹種に比べてヤング率が低い割には強度の高い個体があることになります。密度は髓近くで高いのですが、Mf傾角が特に大きいのです。そのためヤング率と強度との関係を直線で表すと(回帰直線を引くと)、他の樹種に比べてスギでは傾きが小さくなってしまいます(図⑧)。このために、スギではヤング率が高くても強度が低いと誤解されることがあります。回帰直線の傾きが小さいのは、実はコアーウッドだけの話なのです。

また、数はそう多くはないのですが、スギのあるいくつかの品種では、アウターウッドにおいてもヤング率と強度の値が平均から大きく外れているものがあります。これは、アウターウッドのMf傾角や密度に品種等で違いが認められるためなのです。極端な例では、ある品種のコアーウッドと別の品種のアウターウッドのヤング率が同じということすらあります。しかし、品種などを相互に比較する場合には、前掲図④のヤブクグリの例でもわかるように、どの地上高の丸太を基準にするかで結果がかなり変わってくるので、注意が必要です。品種間差はヤング率で顕著なのですが、この場合には密度の影響よりMf傾角の影響がより強い



▶図⑧ 曲げヤング率と曲げ強度との関係

ようです。

スギの中小径木のヤング率を高くするには、Mf傾角が大きい初期の15年くらいの成長期間には成長を抑制し、その後成長を回復させればコアーウッドの割合が減るので、丸太全体で見ればヤング率が高くなると考えられています。この方法は、初期成長を密植で抑制する古来からのやり方でヤング率を高くする効果があることを意味していますが、Mf傾角が大きい品種のほうが小さいものより効果が大きく、品種によって効果が違うと考えられています。ヤング率と強度の双方を高くするためには、当然密度を高くする必要があるのですが、密度の値を制御するには、年輪幅を調整しても晩材率にはあまり変化がないなどいろいろな報告や説があって、はっきりした答えはまだ出されていません。これは、研究を急がねばならない重要な問題です。

また、Mf傾角は遺伝性が強いことが知られていますので、育種でヤング率の高いスギをつくり出すには、ヤング率の高い親木から育成した苗を植えることも重要でしょう。これまで、材の密度を高くすることだけが注目される傾向があったのですが、ヤング率を高くするには高密度だけでなく、Mf傾角の小さい親木を使うことも重要であることが指摘されています。

2) 高含水率心材と黒心：スギで近年問題となっているのが、高含水率心材を伴う黒心の発生です。樹木の心材の含水率はふつう辺材より低いのですが、時折、高いものがあります。広葉樹ではハルニレなどが有名ですが、針葉樹でも水喰い材と呼ばれるトドマツ(モミ類)、スギ、ベイスギ、一部の広葉樹などで発生が知られています。

スギの黒心には3タイプあります。①遺伝的に高含水率心材とともに発生するもの、②暗色枝枯れ病により発生するもの、③強度の枝打ちや昆虫などの傷害によるものです。全国的に見れば、原因の大部分は①ですが、同じ林分内でも黒心や赤心が出てくるのは、環境要因しだいで発生したりしなかったりするためと考えられています。③の傷害によるものが好例で、遺伝的に黒心の可能性のある個体が傷を受けたことが刺激

となって発現するのではないかと考えられています。

黒心は心材の含水率が高いことが最大の問題です。強度や密度は、赤心と何ら変わりません。耐久性は、むしろ赤心より良いという説もあります。黒心では含水率が高いことと色が悪い以外には特に何の問題もないのに、必要以上に安く買いたたかれている傾向があります。品種によっては、黒心でもヤング率と強度の高い個体は、当然あるのです。

黒心は、複数の水溶性化学成分が原因と推定されており、生材状態で空気と接してからは、半日から3日くらいの間真っ黒になりますが、材の乾燥に伴ってくすんだ茶系の色に変わります。丸太で放置しておくと木口側への水の移動とともに丸太の両端に黒心成分が集まり、丸太の端面部分だけが極端に黒くなるのであって、黒心であることが過大に悪く評価されがちです。ある期間放置して丸太の心材水分がかなり抜けた後で、丸太の両端を数cm切り落としてやれば、本来の心材の色を認めることができます。

スギの心材の含水率はどれくらいでしょう？伐採直後の生材のデータでは、50～280%くらいと幅があり、150%あたりが平均になっています。しかし、林分によっては、平均が70%程度であることや逆に150%近くであることもあり、品種などの特徴もあって遺伝性が高いと言われています。心材含水率と心材色との関係では、含水率が高いと明度値が下がる（黒くなる）ことが知られています。生材の心材含水率が約120%以下であれば一般には赤心です。生材で120～160%くらいだと環境によっては黒心と赤心の両方が現れ、160%以上ではだんだん黒みが増してくる傾向があります。

しかし、心材含水率にはかなり幅があるうえに、丸太や製材品で放置しておけば心材の含水率も下がり、工場などでの乾燥時には一般に平均含水率は100%以下になっているようですので、データを取るときには注意が必要です。

黒心は、遺伝的な影響が強いと考えられているので、黒心の多く発生する親木から取った挿し木等では、発生の確率が高くなります。黒心を減らすには、間伐時に間引いてやることや遺伝的に赤心である苗を植えることが必要です。

## おわりに

スギの材質の特徴のいくつかについて述べてきました

たが、中小径材を利用するときには、一般に大径材と比べて不利であることは、針葉樹材では共通の問題であることがおわかりいただけたかと思います。スギだから中小径材の材質が悪いわけではないのです。現在では、スギでは遺伝的に異なる標本試料が多くそろっていることから、アウターウッドのみならず、コアーウッドについても材質を改良してしまおうという方向で研究が進められており、スギは研究者にとっても貴重な樹種の一つになっています。

世界中の造林現場では、木材の材質よりもむしろ病虫害の発生が深刻な問題になっています。スギは比較的丈夫で成長も良く、いろいろな材質の個体がそろっています。材質改良の余地も可能性も十分に大きい樹種であると言えますし、現在育っているスギも枝打ちなどの手入れをきちんと行っていけば、良い材質の木材が得られるでしょう。研究課題はいくつかありますが、今後とも利用の促進を図り、大切に育成を続けていきたいものです。

### 【主な参考文献】

- 1) 阿部善作, スギ心材の変色, 木材工業, 50巻, 2-6, 1995.
- 2) 飯島泰男ら, 構造用木材一強度データの収集と分析, 木材学会:木材強度・木質構造研究会報告書, 1-77, 1988.
- 3) 小田一幸, スギの品種と材質, 木材工業, 55巻, 50-54, 2000.
- 4) 小泉章夫, 針葉樹造林木のヤング率の変異, 木材工業, 53巻, 206-211, 1998.
- 5) 小松幸平, 構造材料としてのスギの特性, スギ材の構造的利用の方向と問題, 木材学会:木材強度・木質構造研究会報告書, 9-30, 1988.
- 6) 中井孝, 国産造林木の材質, 木材工業, 39巻, 42-46.
- 7) 中田了五ら, スギの生材含水率の個体内樹高方向での変化, 木材学会誌, 44巻, 395-402, 1998.
- 8) 中谷浩, 林木の冠雪害に関する樹木力学的研究, 富山県林業技術センター研究報告, 4号, 1-54, 1991.
- 9) 日本木材学会編, 木材の科学と利用技術II-5. スギ, 日本木材学会研究分科会報告書, 1-130, 1991.
- 10) 農林水産技術会議事務局編, 品質管理型林業のためのスギ黒心対策技術の開発, 農林水産技術会議研究成果報告書, 316号, 1-93, 1997.
- 11) 藤澤義武, 高度木材利用に適合する品質管理型木材生産への林木育種的対応に関する研究, 林木育種センター研究報告, 15号, 31-107, 1998.
- 12) 宮島寛, 木材を知る本, 北方林業会, 1-176, 1992.
- 13) 林野庁編, スギ品種の材質特性の評価, 平成5～6年度林業試験研究報告書, 36号, 1997.
- 14) 山下香菜ら, スギ18品種の丸太ヤング率の品種間差に及ぼすミクロフィブリル傾角と密度の影響, 木材学会誌, 46巻, 510-522, 2000.

筆者 E-mail  
hirakawa@ffpri.affrc.go.jp

# スギ品種間における材質の変動



中 谷 浩

(なかたに ひろし・富山県林業技術センター・木材試験場 材料加工課 副主幹研究員)

## はじめに

スギ品種の問題は、主に成長量、苗木の活着度、病害虫・雪害抵抗性などの林業生産上の側面から取り上げられてきており、そのような観点から、地域に応じて数多くの品種が生み出されてきたように思います。また、木材利用の側面からでは、造作材的な用途、あるいは床柱、電柱、建具など特定の用途に応じて、心材色、死節の有無、木理の通直性などの材質特性からも品種の選択がなされてきたものと思います。

しかし昨今、スギ品種の問題は、建築構造材用途に関する材質として語られることが多くなってきました。例えば、必ずしも品種だけの問題ではありませんが、強度的性質に関して○○地方のスギは強いとか弱い、あるいは○○スギは黒心が多い、○○地域のスギは乾燥が悪いなどと耳にすることがあるかと思います。建築構造材ですから大量の需要が期待できますが、これらはスギ材を工業製品的に利用するということであり、品質の安定が最も重要になります。そのためには、数多いスギ品種が材質的にどのような特徴を持っているのかが明らかになっていなければなりませんし、そのうえで、需要先も考慮して最も適した利用を考えていく必要があると思われます。ここでは、品種間におけるスギの材質の違いについて述べてみたいと思います。

## スギ品種の材質特性の評価に向けて

スギ品種の材質的な特性については多くの報告がありますが、各地域のスギ品種を組織的に調査したものはあまり見られません。

平成3年から3年間にわたって、林野庁の林業普及情報活動システム化事業として、森林総合研究所の材質研究室を中心に「スギ品種の材質特性の評価」と題する研究が行われており、この研究では青森から宮崎まで11県の試験研究機関が参加し、ほぼ同一の試験条件で28の品種、15の精英樹クローンの材質を測定しました。ここでの試験結果を中心に、スギ品種間の材質について述べてみたいと思います。

1品種につき、30年生程度の林分(一部には20年、50年生も含まれた)から30本を伐倒し、林分条件、立木条件から丸太の材質、樹幹内の材質変動、製材の実大強度性能まで測定しました。

ただし、試験木間には植栽本数で2,500～4,200本/ha、現存立木本数で900～2,300本/haという違いがあり、立木環境の違いが材質に及ぼす影響が考えられますので、ここでの品種特性とは、遺伝的な性質の違いと施業の違いを含んだ品種特性として考えるべきだと思います。

## 品種による材質の特徴

この研究で対象とした材質は、胸高部位における含水率、比重、色であり、半径方向の変動についても測定しました。また、材質という範疇には入れないのが一般的ですが、成長量や丸太のヤング率、実大製品(心持ち柱材)の曲げ強度性能なども対象にしました。

### 1) 成長量、心材率

成長量については、10～15年輪目までは成長が旺盛で、それ以降は徐々に低下していくのが一般的の傾向ですが、30～40年までほぼ直線的に増加する品種も認められました。成長の旺盛な品種とし

ては、ボカスギ（富山）、オビアカ（熊本、大分）、アラカワ（大分）が挙げられます。

心材率は、直径に対する心材直径をパーセントで表したもので、樹皮の内側にある形成層でつくられた木部は、最初は辺材と呼ばれる白い木部ですが、一定年数を経過すると、赤味を帯びた心材となります。辺材の年輪数は、心材になるまでの年数となり、樹齢が増せば心材は増えていきますが、辺材の幅はそう大きく変わりません。したがって、樹齢が増し直径が大きくなれば、図①のように心材率は大きくなっていく傾向にあります。しかし、ボカスギ（富山）、鳴子スギ（宮城）、岩手の県南地域のスギ、船越スギ（兵庫）などは、心材率が小さい特徴を持っているのが認められます。

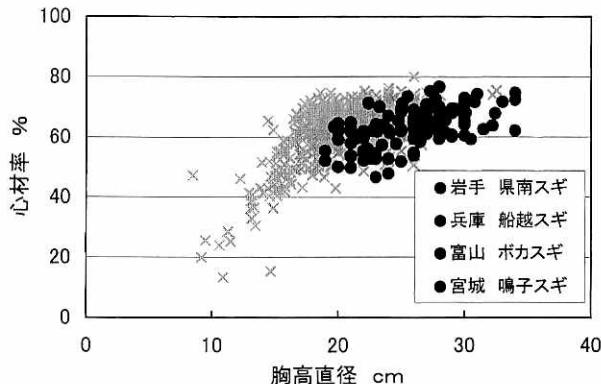
心材率は、乾燥や薬剤注入といった利用方法にかかわります。ボカスギは従来から電柱材として育てられ利用されていましたが、成長の良さと辺材部が多く薬剤注入性が良いのがかかわっていたと考えられます。

## 2) 含水率

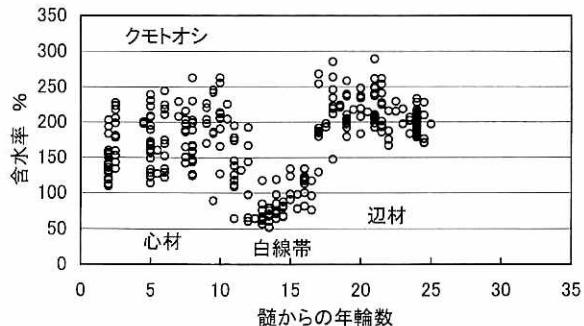
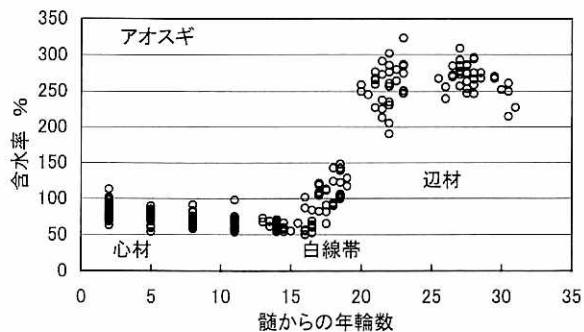
これまで枝打ち、伐採時期と樹液流動期との関係として林業生産の場で含水率が取り上げられることはありましたが、現在は木材利用との関係から含水率が大きな意味を持つようになってきました。木材の含水率は、木材全乾実質量に対する水分量の割合で表します。含水率 100 % の状態は、木材と水の重量が半々（湿量基準の 50 %）の状態であり、含水率が 200 %、300 % という数字が特にスギではよく出てきます。

含水率は辺材部と心材部で異なり、辺材部で高く、心材部で低いのが一般的です。また、辺材部と心材部の境界には移行域である白線帯と呼ばれる領域がありますが、必ずしも辺心材の中間的な含水率ではなく、心材よりさらに低い場合もあります。また、白線帯は、水分の移動しにくい領域でもあります。乾燥上の問題ともなります。

辺材の含水率は最大で大井 7 号（静岡）の 301



▲図① 心材率の品種による違い



▲図② 含水率の半径方向変動

%、最低で妙見（兵庫）の 164 % であり、大半は 200~250 % の範囲にあります。一方、心材は最大でクモトオシ（大分）の 209 %、最低でホンスギ（福岡）の 54 % であり、品種によって大きく異なっています。また、半径方向の変化も図②のように、心材部の含水率が低く、ばらつきも小さく、辺材部で急激に含水率が高くなる品種として、アオスギ（宮崎）、アヤスギ（熊本）、アカバ（福

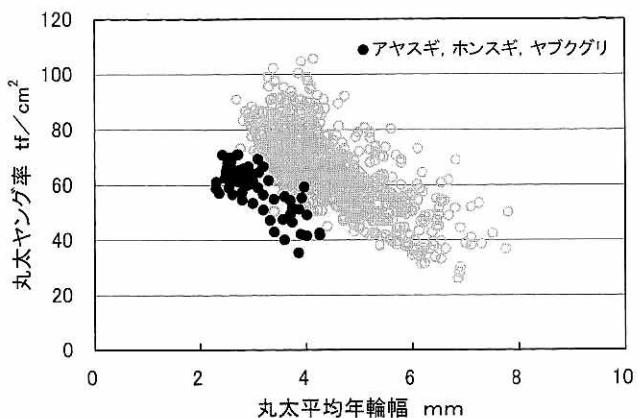
岡), ホンスギ, ボカスギなどがあります。一方, 心材部の含水率が高く, 白線帯で低下し, 辺材部で再び高含水率になる品種として, クモトオシ, ナカムラ(福岡), アラカワ(佐賀)など, およびそれらの中間的な分布を示すものなどが見られました。含水率は, 乾燥と密接に関連しており, 特に水分の流動性の悪い心材部で, 含水率が高いと乾燥に時間を要し, コスト増につながりやすいと言えます。

### 3) 容積密度数

容積密度数とは全乾重量を生材時の体積で割ったもので, 値はやや小さくなりますが, 比重に近い感覚でとらえてもらえばけっこうです。比重もよく材質の指標に用いられます, 比重の大きいものは堅くて強いというのが, 一般的な傾向と言えます。成熟材部と見なせる15.5年輪以上の部位での容積密度数は, 同じ九州地区で施業もそれほど変わらないと思いますが, アラカワ(宮崎)の $262 \text{ kg/m}^3$ からアヤスギ(佐賀)の $383 \text{ kg/m}^3$ まで大きく異なっています。明らかに品種の持つ特徴なのだと思います。一般に, 成長とも関連しており, 年輪幅の広いものは早材部が多くなりますので, 容積密度数が下がる傾向が見られます。容積密度数の半径方向の変化は, あまり変わらないものもありますが, 髓から減少し10年輪程度で一定になっていくのが一般的な傾向です。

### 4) 強度的性質

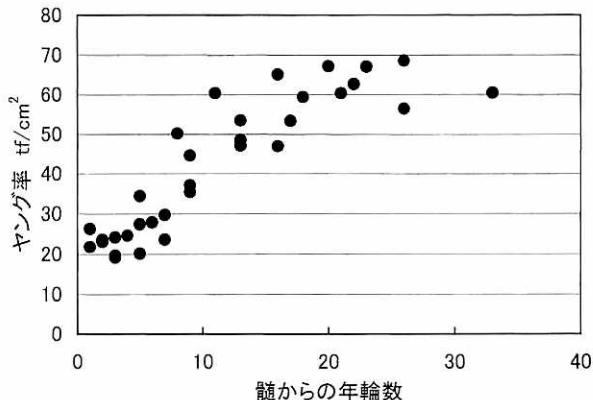
各品種ごとに30本の丸太のヤング率を試験しています。ヤング率とは, 一定の撓みを生じさせるのに必要な荷重を表しており, 数字の大きい品種は, 撓みにくい材質と言えます。また, 強度とも密接な関係があり, ヤング率の高いものは強度も大きいという関係があります。丸太のヤング率は, 平均で $66 \text{ tf/cm}^2$ となり, バラツキを表す変動係数(標準偏差/平均)は20%となりました。それぞれの品種内でのヤング率のバラツキを見ると, 地域性品種における変動係数の13.7%(9.9~21.3%)に対して, 挿し木品種では7.6%(4.3~12.8%)であり, これまでも指摘されてい



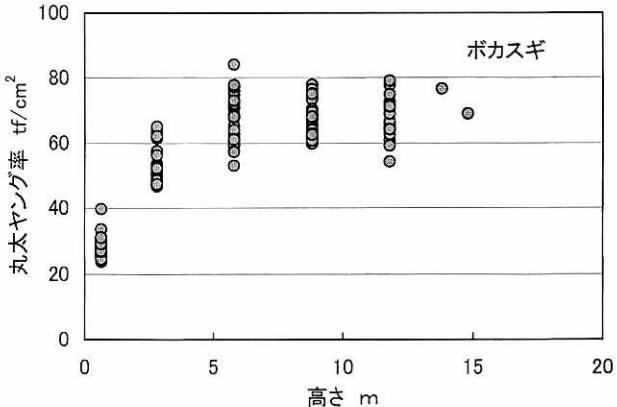
▲図③ 年輪幅と丸太のヤング率

るよう, 実生品種では材質のバラツキが大きい傾向があります。品種別には平均値で $41\sim87 \text{ tf/cm}^2$ まで広範囲に分布しており, 品種による強度的性質の差が認められるようです。ヤング率は, 施業や成長にも影響を受けており, 図③に示すように, 成長の良い年輪幅の広い丸太ではヤング率が低下する傾向が見られます。ただ, この中でも, アヤスギ, ホンスギ, ヤブクグリは, 同じ年輪幅でも他の品種に比べて異なる分布域に属しており, 品種による強度的性質の違いが認められます。

強度的性質は樹幹内でもかなり変動しており, 未成熟材部との関係で語られることの多い, 髓から樹皮に向かっての半径方向変動は顕著です。ヤング率の例を示しますと(図④), 髓部分で最も小さく, 樹皮に向かって増大し, やがて一定になるという基本的なパターンを示します。ヤング率の変化で未成熟材の境界を決めるわけではありませんが, おおむね対応しております, 未成熟材ではヤング率が低く, 成熟材に至って安定すると見えます。また, 高さ方向にも変動しており, 上部にいくほど, 強度的性質は, 早く成熟材に近づくような傾向を示します。したがって, 丸太のヤング率で高さ方向の変化を見ると, ヤング率が低いと言われるボカスギの立木の例では, 1番玉では $50 \text{ tf/cm}^2$ 程度ですが, 上部では $70 \text{ tf/cm}^2$ であり, ほぼ全国並みの数値になっているのがわかると思います(図⑤)。



▲図④ ヤング率の半径方向変化



▲図⑤ 丸太ヤング率の高さ方向変化

## おわりに

スギ品種間には、心材率、含水率、密度、強度的性質など、さまざまな材質的な違いがあると言えます。したがって、材質の特徴を活かした利用を考えるべきですが、強度が低い品種だから構造材料は無理で造作的な利用しかないとか、心材の含水率が高い品種だから、乾燥して使うのは無理などと短絡的な思考をする必要はありません。ほかと比較しての相対的な値は低いのかもしれません、必要な強度が個々の材料で保証されていれば使用上の問題はありません。また、平角や正角

などの大きな断面での乾燥では不利ですが、板にすれば乾燥の差はそんなに出ませんので、集成材や板類としての展開も考えることができます。このように、技術的にカバーできることもけっこうありますので、スギ品種の特徴を踏まえた利用展開を技術的な側面も含めて考えること、工業製品としての品質の安定性と性能の保証、さらには、安定的に供給する仕組みを構築することが重要と考えます。

筆者 E-mail

hiroshi.nakatani@pref.toyama.jp

新刊

## 大別山五葉松とその起源

●著者：彭鎮華・江沢慧

●企画・編集：熊本県小国町

●発行：(社)日本林業技術協会

□ A4判・106ページ・巻末カラー □定価（本体2,500円+税）（テレ別）

■1956年、中国安徽省と湖北省境の大別山で発見された〈大別山五葉松〉（中國名は、大別山五針松, *Pinus dabeshanensis* Cheng et Law）。この希少樹種の保全にあたっての長年の調査・研究の成果報告。

■森林・林業の町、小国町の中国との多様な交流の中から、本書（日本語版）が誕生！巻末24ページにカラー写真収載。



お求めは、本会普及部販売担当：峯（TEL 03-3261-6969, FAX 03-3261-3044）まで



## Ecological and Silvicultural Strategies for Sustainable Forest Management

■日林協技術指導役・藤森隆郎氏が上記の図書をELSEVIER SCIENCE社より出版されました。ORDER FORMをEmail:m.walsum@elsevier.nl宛てにお問い合わせいただぐか、輸入図書取り扱い書店等で末記ISBN番号をお示しいただければ購入できます（148米ドル）。

■持続可能な森林管理のフレームワークを実現させるための生態学的、造林学的な具体的方策を世界で初めて体系的に提示したものです（ISBN:0-444-50534-2）。



# 林木育種によるスギの材質改良

藤澤 義武 (ふじさわ よしたけ・(独)林木育種センター 九州育種場 育種課長)

## はじめに

言うまでもなく、スギはわが国を代表する重要な造林樹種であり、1,000万haを超える人工林の50%を占めています。このことには、その名のとおり木理が通直でしかも軽軟であることから加工、細工が容易であり、古来より建築、工芸、造船、酒造等の用材として身近に用いられてきたこと、環境に対する適応性が高いこと、成長が良いことなどを挙げることができます。特に後者の特性に注目し、戦後復興に必要な資材を確保するために行われた拡大造林の中でスギの造林が進められ、このことが現在の広大なスギ人工林を形成する原動力となりました。しかし、その後わが国は工業国として復興し、それまでのよう木材資源を国内だけに頼る必要がなくなりました。その結果、大量に海外から木材が流れ込むようになりました。今では木材市場の80%は輸入材で占められるようになってしまいました。とりわけペイツガ等の輸入材との競争に直接さらされるスギは厳しい状況に置かれ、山元の価格は1万円/m<sup>3</sup>を割り込むまで下落してしまいました。

一方、現代の用途では、スギの木材性質が示す幾つかの特徴が欠点であると見なされるようになっています。このことがスギの競争力を弱めている主因ではありませんが、同じ価格であれば品質や性能が良いものほうが販売に有利であることは否めません。欠点を補うために各種加工技術の開発が進められていますが、スギ材そのものの性能が向上すればより効果的なことは明白です。しかし、そのようなことができるのでしょうか？それが、林木育種技術によって可能になるのです。そこで、実際のデータを基に林木の育種によるス

ギの材質の改良の効果、将来への期待についてご紹介しましょう。

## ところで「材質」とは何？

さて、日ごろ何気なく使う「材質」という言葉ですが、それはどのような意味で用いられているのでしょうか？木材の材質とは、木材を利用するうえで要求される「品質」を示す言葉であると理解されています。また、日本工業規格(JIS)では品質を「品物またはサービスが、使用目的を満たしているのかどうかを決定するための評価の対象となる固有の性質・性能の全体」であると定義しており、補足説明として「……その判定にあたって、その品物・サービスが社会に及ぼす影響についても考慮しなければならない」と付け加えています。品質とは評価の対象となるものに対し、それを利用する側の都合に基づいた基準で評価するものであるようです。ということは、材質とは木材を何かに利用することを前提にして初めて評価、表示できるものとも言えそうです。すなわち、材質とは絶対的なものではなく、使用目的や時代や場所によって変化するものと言えます。だからこそ、古くは材質が優れていると評価され、広く利用してきたスギですが、時代の変化、使用目的の変化等によって、幾つかのスギ材の性質が現代の利用に適合しなくなり、材質に問題があると考えられるようになってきたというわけです。

では、材質はどのようにして評価され、表示されるのでしょうか？曲げ強さ、ヤング率、容積密度、ミクロフィブリル傾角、仮道管長によってでしょうか、いやいや空や材色、木目や肌理によってでしょうか？例えば容積密度の値を示したとしても、それだけでは木材の一つの性質を示す

にすぎません。しかし、柱に用いようとするのであれば、容積密度が高いほうが良いのか低いほうが良いのかを用途に照らし合わせて判断することができます。このとき初めて、容積密度の値が柱材として優れているかどうかという評価の基準になったことを示し、材質を示す指標として機能することになります。このように、単なる木材性質は方向を持たない量、値、すなわち、スカラーにしかすぎませんが、材質はこれらに評価する方向を加えたベクトルであるとも言えます。

### いわゆる「品確法」で注目！ 木材の材質の評価と表示

平成7年1月17日に発生した阪神・淡路大震災では、10万棟もの家屋が全壊し、6,300人を超える尊い人命が犠牲となりました。これを契機として、一般市民にも強度等住宅の性能に対する関心が、これまでにないほどに高まりました。このような状況を背景とし、大手ハウスメーカーや中堅住宅メーカーでは強度性能を重視した部材の積極的使用等、自社の住宅の耐震性向上に特段の努力を払うようになりました。一方、住宅需要者である一般市民の側においても、大手ハウスメーカーのモデル住宅を見学することやCMによって、部材や構造の差異が住宅の強度性能に与える影響を認識するようになりました。

さらに、平成12年4月の「住宅の品質確保の促進等に関する法律」、略して「品確法」と呼ばれる法律が施行されました。これは、住宅の性能を表示するための基準やそれを評価するためのシステム、それに反した場合の責任の所在と罰則規定を設け、新築住宅の建築、売買におけるユーザー側の利益の確保を図ろうとするものです。この品確法によって、メーカー側は住宅の性能の表示とその保証を義務づけられることになりました。さらには、住宅の品質を管理するため、部材等の材質とその表示についてもこだわらざるを得なくなつたのです。

ところで、これまでの木材の取引において重要視されてきた例えば色、年輪、杢、節といった主

観に頼った材質の指標は、いわば寿司屋やスナックの勘定のようなもので、その判断基準はあいまいなものがあります。こうした基準が大衆に品質をアピールするための表示として効果的でないどころか、うさん臭ささえ覚え、逆効果になる可能性もあることは日々の生活の中で身にしみて感じるところでしょう。だから、回転寿司や居酒屋チェーンに客は集まるのです。すなわち、だれでもが納得できる客観的でわかりやすい品質表示法が求められているのです。そこで、客観的に性質を表示できる強さやヤング率、容積密度などが注目されるようになるわけです。

このように、木材の最大の需用者である住宅業界が素材の品質にこだわらなければならなくなつたことは、林業にも無縁ではありません。林業にも素材の品質表示が求められるようになる可能性があります。このとき、林木の育種の成果が便利な道具となり、品種名によって効果的に品質の表示ができる可能性があります。

### 育種で改良しなければならない スギ材の欠点

木材の最大の需要者である住宅産業はクレーム産業であると言われます。すなわち、それほどクレームへの対応に費用と労力を必要とすることであり、このことが欧米の1.5～2倍という建築コストに強く影響していることは否めません。また、品確法の施行につながったことは言うまでもありません。

ところで、この住宅産業へのクレームの大半はクロス切れ、タイルの剝離、床鳴り、建具の収まり不具合であり、これらはおおむね構造躯体が変形することによって発生します。このことには、部材に生材を使用したことが深くかかわっています。木材は生材状態から乾燥していくことによって寸法が大きく変化するからです。しかし、大気中に木材を放置し、これ以上乾かないという状態、気乾状態まで乾かすと寸法の変化は無視できるほどに小さくなります。したがって、気乾状態まで乾燥した材を使うことによって、構造躯体の変形

によるトラブルから逃れることができるので、品確法の施行によって乾燥材の需要が増加するとの予測があります。これに対応し、大手の製材業者の中には、すでに420基もの乾燥機を備え付けたものがあります。

一方、立木状態のスギには心材部に多くの水分を含む個体が多く、この特徴は材を人工乾燥させるときに大きな障害となります。では、そのような個体の心材含水率はどれほど高さだというのでしょうか？通常、ヒノキ、マツ、カラマツ等の生材では、心材部の含水率は50～80%程度ですが、スギでは200%以上に達するものがあるのです。この場合、木材はすべての空間が水で満たされているか、それに近い状態にあると考えられています。こうしたものは乾燥機で人工乾燥する場合にエネルギー消費量を増加させるだけではなく、変形、割れの発生によって歩留まりを低下させる原因となるのです。

さらには、阪神・淡路大震災等の影響、そして品確法の施行の影響によって、住宅の部材の強度保証に注目が集まるようになってきました。ところが、スギ材は木構造計算基準で針葉樹のIV類に区分され、構造材としては強さが劣る樹種としてとらえられています。また、強さが劣るとされる原因には、強さそのものが低い場合に加えて、スギでは力学的性質の個体間のバラツキが大きいことから、安全率を高く取らなければならず、不利に取り扱われるという事実があります。

この大きなバラツキは強さだけではなく他の多くの木材性質に認められ、個体内にも認めることができます。例えば、一個体内的早材と晩材の間では密度の差が5倍以上に達することもあり、このことはLVL(積層木材)等への加工を難しくしているとともに、カンナで削った場合にケバ立つたりすることが多く、スギは一般的に表面仕上げが悪くなる傾向にあります。

このように、スギ材を利用するにあたっての大きな問題点としては、強度が低い、あるいはそのバラツキが大きい、人工乾燥が難しい、LVL等への加工が難しい、表面仕上げが悪いなどを挙げる

ことができます。一方、ここに示した利用上の問題点と関係の深い重要な木材性質としてヤング率、容積密度、心材含水率、年輪構造等を挙げることができます。

そこで、次にはこれらの性質をどのようにして育種技術によって操作するのか、そしてその効果はどれほどのものなのかを、実際のデータによって紹介しましょう。

### スギ材のバラツキが 大きな改良効果を生む

育種という言葉は農作物等ではおなじみなのですが、林木の育種はそれらと少し異なっています。それには、林木の持ついくつかの特徴が関係しています。

林木は同じ植物である農作物と比べても大きく異なる部分があります。それは、体が大きく、他殖性であること、一世代が極めて長いこと、ほとんど遺伝的に改良を受けていない野生に近い状態にあること等です。例えば、アメリカに生育するジャイアントセコイア(*Sequoia dendron*)は高さが100mになりますし、わが国のスギは3,000年以上生存することができます。ここでいう他殖性とは、別の個体から来た花粉でないと種子を得ることができない性質を言い、これに対して農作物等では自分自身の花粉で種子を得ることができ、これを自殖性と言います。

ところで、一般的に知られた農作物の育種では、交配を繰り返して遺伝子が均一な「純系」と呼ばれる家系にすることで優良品種をつくり出します。しかし、林木で農作物と同じように育種を進めると、先に示したような特徴から、優良品種を固定するのに人間の何世代にもわたる長い年月が必要になってしまいます。そこで、林木では「精英樹選抜育種」という独特的の手法に基づいて形質の改良を進めます。形質とは、成長や材質、病気や害虫に対する抵抗力等それぞれの個体の特徴が現れる性質のことを言います。この方法は、林の中から見かけの形質に優れた個体を選ぶと、それらの子どもの平均値は、元の集団の平均値よりも優れ

ていることが期待できることに基づいており、このことには、先にお話しした林木の特徴が関係しています。

まず、林分の中で優れた素質を示す個体を「精英樹：プラス木」として、林業経営上求められる形質、例えば樹高であるとか胸高直径であるといった基準によって選びます。次に、これらの精英樹の集団をつぎ木やさし木で殖やします。これは無性繁殖、あるいはクローン増殖と言って、親の遺伝子をそのまま受け継いだ苗木の集団をつくることができます。さらに、この苗木によって、苗木を大量に生産するための種子を生産する採種園、もしくは、さし木苗を大量に生産するための穂木を生産する採穂園を造成します。これらによって大量に殖やした苗木はそのまま林業で実用し、直ちに山に植えます。これらの苗木は、元の集団よりは選抜の基準となった形質や性質に優れていることが期待できます。一方、次代検定林と呼ばれる試験林を造成し、精英樹の子どもが元の集団よりも優れている度合いを確かめます。また、精英樹の集団の中には、環境の影響などによってたまたま優れた性質を示したもののが交じっています。次代検定林によってこのように誤って選抜された精英樹を見つけ、これらを採種園、採穂園から取り除くと、選抜の効果がさらに確実なものとなります。また、次代検定によって優れた精英樹を選び、それらだけで子どもをつくり、そこからさらに優れた第2世代の精英樹を選びます。このサイクルを繰り返すことによって精英樹の特性をより向上させることができます。また、(選抜された個体群の子どもの平均値－元集団の平均値)÷(選抜された個体群の平均値－元集団の平均値)を遺伝率と呼び、選抜によって得られる改良効果の確からしさを示す指標となります。これが精英樹選抜育種であり、その目的は育種に必要な長い年月を短縮することです。

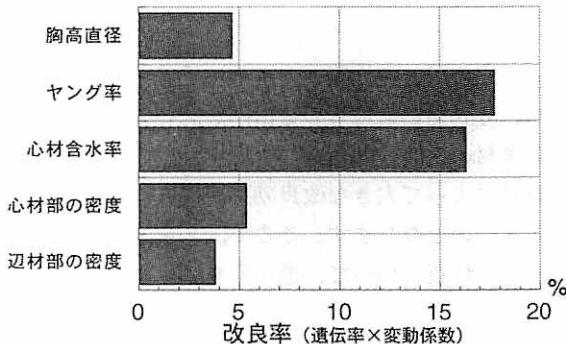
ここに示した特徴から推測がつくように、林木の育種では対象となる形質のバラツキが大きく、しかも、その遺伝率が高い場合に大きな改良効果を得ることができます。すでに述べたように、ス

ギ材の欠点の一つが性質の大きなバラツキでした。さらに、それぞれの性質の遺伝率が高いのであれば、スギ材の性質の大きなバラツキは欠点ではなく、育種によって大きな改良効果が得られる可能性を示すものとなります。そこで、スギの材質を示す木材の性質について、遺伝率を調べました。一般的に林木は種子で増殖するのですが、スギはさし木によって容易に増殖することができます。このため、遺伝率は種子による場合（実生）とさし木による場合（クローン）の二とおりで求めました。

## クローン品種による 林業と木材工業の一体化

スギは九州の全域と関西の一部を除き、特に関東・東北地方では実生で造林するのが一般的です。よって、実生で造林する場合に育種による改良効果がどれほど得られるのかを検討することは、これらの地域におけるスギ造林の実態に即したものとも言えます。その結果、ヤング率、心材含水率、容積密度、いずれも遺伝率が高く、特にヤング率、心材含水率はバラツキも大きいために育種による改良効果が大きいことがわかりました。しかし、風媒花であるスギで花粉親を管理することは難しいので、場合によっては思ったほど改良効果を得られない可能性を示すデータがありました。また、実生では同じ家系内であっても、性質のバラツキが大きいので、バラツキの大きさを抑えるという点においては、全くと言っていいほど効果を得ることができません。これらを総合した改良効果を得るためにには、次に述べるクローンを用いたほうがより有利であり、しかも、極めて高い改良効果が得られることがわかつてきました。

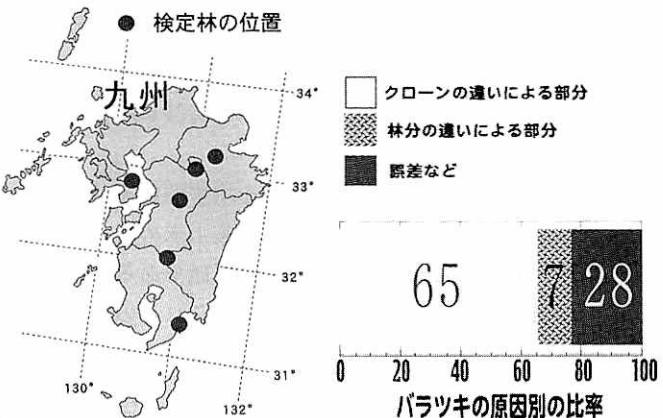
九州地域および関西の一部地域では、スギはさし木で造林するのが一般的です。特に九州地域ではスギ種苗生産量の97%がさし木苗であり、造林面積に占める比率もおおむね種苗生産量の比率に近いと推測されています。このため、九州地域ではクローンに関する育種効果の情報が林業の実態に即したものであると言えます。



▲図① クローンで期待できる材質の改良率

九州にあるクローン試験林の調査結果から広義の遺伝率を求め、この遺伝率とバラツキの指標である変動係数を掛け合わせたものを「期待改良率」として示したのが図①です。図①に示したとおり、ヤング率や心材含水率の改良率は高く、この成果に基づくと、生産される素材の大半が新JASの「機械的等級区分製材」においてE70、あるいはそれ以上にランクされるクローン品種を開発することができます。しかも、ヤング率は胸高直径や樹高との間に特別な関係がなく、成長も良くてヤング率も高い品種を開発できることがわかりました。また、クローンではいずれの性質においても、環境の違いによるバラツキは小さく、クローンの違いによるバラツキは極めて大きくなります。特にヤング率は遺伝的な支配が強く、同じ林内に複数のクローンを植栽した場合、バラツキの86%はクローンの違いによって発生し、林内の環境の差等によって発生するバラツキは、わずか14%にすぎませんでした。単一のクローンで造林するならば、実生に比べてバラツキが極めて小さくなることは明らかです。

クローンでは木材性質のバラツキが少ないと示した興味深いデータがあります。九州の各所に同じクローンを植栽した地域差検定林と呼ばれる試験林の中から、九州全域をカバーするように6箇所を選択して供試材を採取し、ヤング率を測定しました。その結果に基づき、ヤング率の6箇所全体のバラツキに対してそれぞれの因子がどれほど寄与しているのかという値、寄与率を計算し、それらを示したのが図②です。この図からわかるように、全体のバラツキの65%はクローンの違い



▲図② 6箇所のクローン林分によるヤング率のバラツキの発生原因

によって発生しており、検定林の違いによって発生するバラツキはわずか7%にしかすぎませんでした。ヤング率のバラツキのこれだけ大きな部分が遺伝的な要因によって発生しており、しかも、この部分は人間が育種的技術を通じて操作できる部分なのです。

このように、さし木によるクローン苗を用いた場合には育種による改良効果が高いだけではなく、均一な木材性質を持った材を生産するうえでも有利になります。特にヤング率は育種による改良効果が高く、しかも、同じクローンならどこに植えても均一になることがわかりました。

強さに劣ることはスギ材を柱や梁などの構造製材として利用する場合の重大な欠点ですが、育種によって、大半がE70かそれ以上にランクされる素材を生産できるクローン品種を開発することができます。また、クローン品種のヤング率は環境による変動が少ないので、素材のヤング率をオルテット（親クローン）の特性から十分な精度で推測することができます。すなわち、農作物のように品種名を媒介として林業者と木材工業、住宅産業等とが素材の特性に関する情報を共有することができます。すなわち、川上と川下の情報による一体化です。

**材質の向上は林業を振興し、  
地球温暖化をも防ぐ**

育種によって操作できる形質はヤング率だけで

## ▼スギ推奨品種特性表▶

北九州育種区

成 果 報 告

品種名 県伊万里1号

延長	通直性	材質	直径	強度性	増量	風割
6.4.4	4.4	3	E70	4.1		
					1	

事業名	精良樹選抜育種事業
育種基本区	九州
品種名	北九州市
標準林の所在場所	福岡、佐賀、長崎
品種の保護場所	林木育種センター九州育種室
「特徴」	
上記の開拓評議は、さし本供試林の直径で初期成長が10年位、成熟・最高耐候が15年次の評議を記載した。成長・適度性が高く、材質は心材色に着点があるものの、強度が優れており、危険の森林組合等での評判も良いことから、さし本供試林として優良な品種である。	
「適応地域及び栽培条件等」	
佐賀県伊万里市の荒木林分から選抜された精良樹であるが、他の種類との相違度が低いため、選抜は北九州育種室の通りとする。	
問い合わせ先	佐賀県林業試験場育種室 TEL:0952-262-0054 FAX:0952-511-2013



はありません。通直性や完満度も遺伝による支配が強いことがわかっていますし、早生、晩生といった成長の早晚性も遺伝による支配が強いことがわかっています。また、成熟材への移行の早晚についても遺伝によって支配されていることがわかつきました。これらは、例えば長伐期、翻って極端な短伐期に適した品種の開発、材の歩留まりを考慮した品種の開発の可能性を示すものです。すなわち、わが国の林業、木材工業が一つになって効果的な経営を指向するために、林木育種は林業の多様な経営方針に対応した品種を開発することができるというわけです。こうして利用に適したスギを生産することによって、木材工業はスギ材を効率的に利用することができ、延いては炭素の放出量の減少、林業の振興による持続的な林業経営の確立につなげることができます。また、密度、強度が高く、しかも成長の良い林分に変換することで、炭素の固定量も増加します。これらは林業経営の改善だけではなく、地球温暖化防止に

も結びつく大きな効果となります。

わが国の林木育種を進めている林木育種センターでは、すでにこうした多様な要求に応えられるように作業を進めており、これまでの成果として、写真のようにクローリン品種のカタログであるスギ推奨品種（精英樹）特性表を作成しています。掲載されている情報はまだ限られたものですが、詳細により進歩したものにするための作業が継続されています。また、さらに優れた第2世代の改良品種を創り出す作業、遺伝子そのものを特定し、遺伝子組換えによって理想的な品種を開発するための研究も進行中です。あとは、林業経営者の皆様が林木育種の成果を日々の経営に活かしていくだけのを待つだけです。

筆者 E-mail  
yochan@nftbc.affrc.go.jp  
ホームページアドレス  
<http://kyusyubo.job.affrc.go.jp>

# スギ生立木の簡便な材質評価法（心材含水率）



\*

\*\*

中尾 哲也\* (なかお てつや・島根大学 総合理工学部 教授)

釜口 明子\*\* (かまぐち あきこ・島根大学 総合理工学部 大学院生)

## はじめに

現在、世界的に森林資源の保護が叫ばれるなか、消費する木材の 80 % を輸入しているわが国では、人工林の過半数を占めるスギを有効利用していくかなければなりません。ところがスギを、主要な需要先である建築材料に用いるには、二つの大きな問題点があります。一つは、強度が低いこと。そしてもう一つは、心材の含水率が高いことです。強度の問題は他稿に譲るとして、含水率の問題について述べてみましょう。

樹木の辺材の含水率は高く、心材の含水率は低いことはよく知られています。しかし、スギの場合、心材の含水率が極めて高いものが多いのです。ヒノキなど他の有用な針葉樹では、心材の含水率(全乾重量ベース)は、水喰い材等を除いて、50 % と覚えておけば事足ります。これに対して、スギの心材含水率は、最大 300 % 近いものもあり、100 % を超えるものはざらにあります。このことが近年特に問題となっていました。

というのも、住宅の構造材の品質に対する規制が厳しくなり、その結果、狂い・そりの生じる未乾燥材から乾燥材へと、工務店の要求が変わりました。このことは消費者に対して、より良質な住宅を提供できることにつながり、大いに歓迎すべき流れです。しかし、断面寸法が 10 cm を超えるような材は乾燥が容易ではありません。特にスギの場合、先に述べたように心材の含水率が高く、乾燥が極めて困難です。そこで現在の技術では、

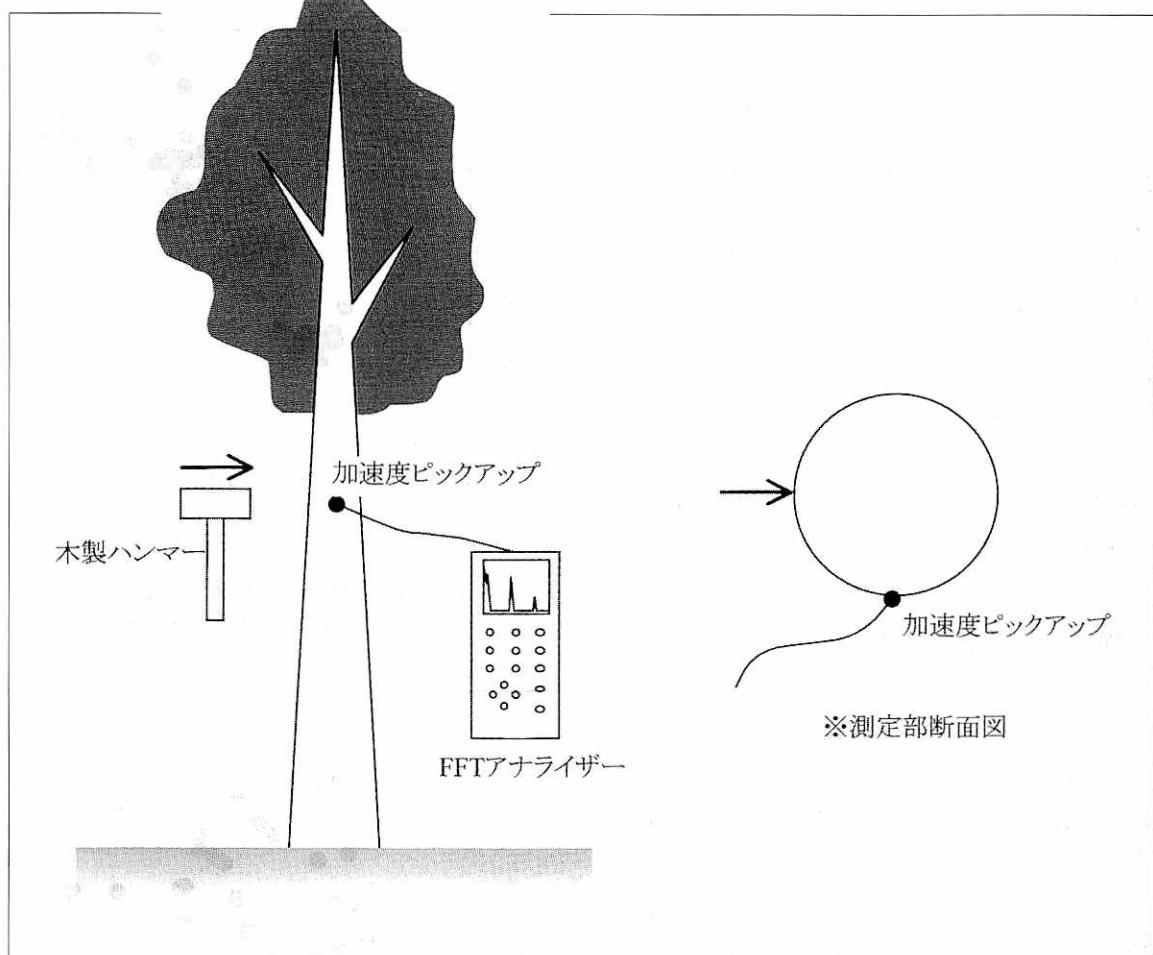
含水率の低いものと高いものを選別して乾燥を行うのが一般的な流れです。

では、切り倒してから含水率を測定し、ああ、これは乾燥に向かないな、でいいのでしょうか？ できれば、スギが生きている間にその含水率、特に心材部分の含水率を測定できれば、効率的な木材利用の点から大きなメリットがあると考えられます。ところが、樹を傷つけずに中心部の含水率を知るのは、なかなか困難です。現在、これは大丈夫という方法は CT スキャナー法で、比較的安価なものも開発されつつありますが、時間、手間いずれも、学問的な意義はあっても、現場作業的にはとても現実的とは言えません。

そこでわれわれの研究グループでは、従来から打診法として知られている手法を精密化し、樹を叩いたときに出来る音を解析して、心材含水率を簡便に測れる“横打撃共振法”を開発したので、以下、その概要を紹介します。

## 横打撃共振法の概要

測定には、木づち、携帯型の FFT アナライザ(われわれが使っているのは小野測器 CF 1200)，および、付属の加速度センサを使います。FFT アナライザとは、振動・音の分析器で、樹を叩いたときに出来る音の、共振周波数を測定するのに使います。要するに、1 秒間に何回振動しているかを測定する機械です。また、加速度センサは樹から出る音を拾う役目をします。この携帯式 FFT アナライザと加速度センサは、乾電池で動くので、



### ▲図① 横打撃共振法の概要

余分な電源は必要ありません。値段は、計30万円弱といったところです。個人が持つには少し値が張ります。ただし、この機械を使えば、本手法だけでなく、切り倒した丸太の、重要な材質であるヤング率も簡単に測れたりします。森林組合で1個とかであれば、それほど高い買い物ではないのかもしれません。

さて、本題に戻ります。測定は簡単で、樹の幹にFFTアナライザにつながった加速度センサを押し当て、その近辺を木づちでコンと叩いてやります。図①に測定法の略図を示します。少し慣れが必要かもしれません、このとき、センサがとらえた音の共振周波数が測れます。だいたい数kHzの高さの音の共振周波数が測定できます。これが測定できれば、その部分の幹の直径と合わせて、次の式により心材含水率が測定できます。

$$\text{心材含水率 (\%)} = 1.93 \times 10^{11} / (D \times Fr)^2 - 100 \quad \dots\dots\dots(1)$$

ここで、D は直径 (cm), Fr は共振周波数 (Hz) です。

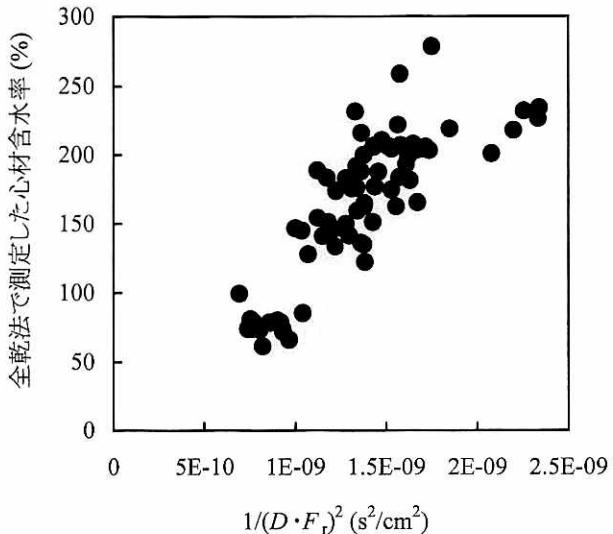
この式で簡単に心材含水率が測れます。各立木1点だけの測定なら、数時間で100本ぐらいは測れます。作業的には、樹から樹へ移動する時間のほうが大変なほどです。なぜこの方法、この式で測れるのかという点は、かなり細かい議論がります。興味のある方は末尾に紹介した原著(文献1, 2)を参照していただきたいと思います。少しだけ要点を述べておきますと、この方法で発生する振動は、中心部、すなわち、心材部の情報が共振周波数に反映する形態であることが1点です。さらに、この振動の共振周波数は、立木の直径と、含水率、それに、立木の横方向の材質、計三つの

要因に依存しますが、このうち、健全な立木で横方向の材質が一定とすれば、上の式のように、直徑と心材含水率と共振周波数の3者の間に数学的な関係が成立するのです。

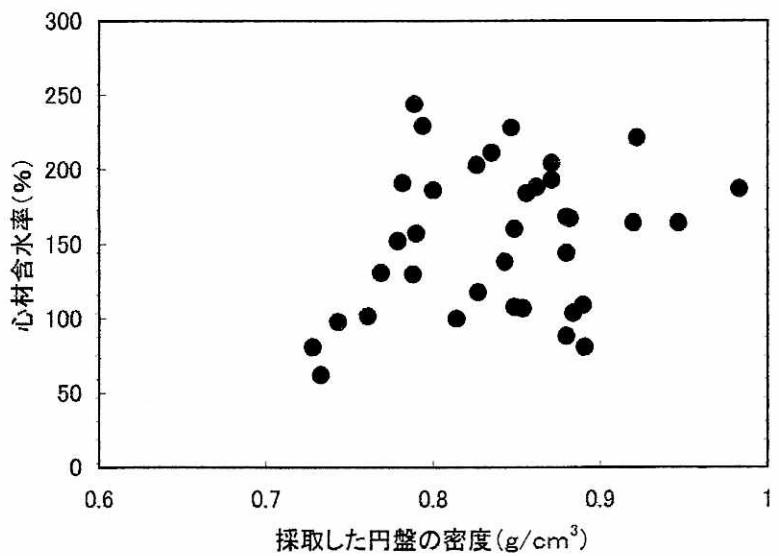
また、心材含水率が一定と見なせる樹木であれば、直徑とこの横打撃共振周波数は、材質と関係があることになります。この原理から、本手法は、樹木の中心部の空洞や腐朽の診断法としても使えます。岡山県木材加工技術センターの小玉博士の指導の下、樹木医の協力を得て、ある神社のご神木のケヤキを救った結果等があります。これも、詳細は末尾に挙げた原著(文獻3)を参照していただければと思います。

### 横打撃共振法による測定結果

さて、まず、この横打撃共振法による各立木1点だけの測定結果を示します。(1)式が成立するかどうかを見たものです。樹木の直徑 D と横打撃共振周波数  $F_r$  の積の2乗の逆数と、全乾法で測定した含水率との関係を図②に示します。全乾法とは、試験片を採取して重さを測定し、24時間  $105^{\circ}\text{C}$  の温度で乾かして、また重さを測り、含水率を算出する直接かつ標準的な方法です。さて、両者の間には明らかに相関が認められます。つまり、横打撃共振法を行い、(1)式を用いれば、心材含水率を測定できることがわかります。そんなに精度が高くないとも言えますが、例えば、現在、乾燥の現場では、切り倒した丸太が重いほど含水率が高いだろうとの考え方から、重さによる選別が行われています。この方法と同様の方法である密度と心材含水率との関係を見てみると、図③のようになります。ほとんど相関はありません。この測定の場合、立木の直徑が 20 cm 程度で、心材部分の割合は直徑比で 50 % 程度、面積比で 25



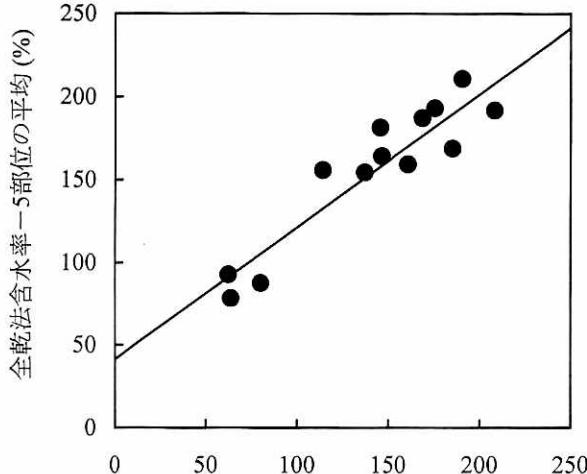
▲図② 横打撃共振周波数と樹木の直徑の積の2乗の逆数と、心材含水率の関係



▲図③ 樹木から採取した円盤の密度と心材含水率の関係

%程度です。辺材部分はどの樹も水がほぼいっぱいに詰まっていることから、心材部分の含水率の差は全体の重さに反映せず、各立木の含水率を除いた木質部分そのものの重さの差が、そのまま反映されています。このような比較的細い立木では、横打撃共振法は重量選別法に比べ、明らかに精度が良いと言えます。

また、切り倒した丸太の木口面に高周波式含水率計を当てて含水率の測定を行った結果と、この



▲図④ 横打撃共振法による心材含水率と全乾法による心材含水率の関係（5点の平均）

横打撃共振法は、同等の精度があることもわかっています。つまり、横打撃共振法は既存の簡便な方法と同等以上の精度を持ち、かつ、切り倒す前に傷もつけずに測定できる点で、有利な方法であると考えています。

## 『森林・林業百科事典』誕生こぼれ話⑤ 杉井昭夫

(日林協 林業百科事典編纂事務局 主任研究員)

### ●見出し語の五十音順並べ替え

編集作業は、まず各執筆者ごとの原稿について行い、次いで各分野ごとの原稿段階に、さらに全原稿の段階に進めていった。したがって、段階を進めるつど、ファイルを統合したうえで見出し語の五十音順に並べ替える作業が必要になった。

WORDでマクロを作り並べ替えを行うと、一般的な辞書の順には並ばない。例えば、廃液、バイオセンサー、排水工…という順に並べたいのに、廃液、排水工、バイオセンサー…の順になってしまふ。つまり、濁音、半濁音を清音とは全く別の文字であるとして扱うのである。

そこで、見出し語をEXCELに移して並べ替えし、それを手本としてWORDの原稿ファイルを並べ替えることとした。もっとも、EXCELの並べ替えも一般的な辞書とは異なっていて、長音を優先する。つまり、キイチゴ、キーストーン種…の順にはならないで、キーストーン種、キイチゴ…の順になる。そこで、長音をすべて削除したうえでEXCELで並べ替えし、それをWORDへの手本とした。このやり方で、ファイルが比較的小さいうち、具体的には各分野ごとの原稿

さて、もう少し精度が欲しいということであれば、各立木についてさまざまな地上高5点で測定を行い、その平均値を、全乾法の測定値と比較した結果を図④に示します。この場合には、極めて高い相関が得られ、横打撃共振法の結果が心材含水率の値であると言ってもよい結果であると判断しています。

以上、横打撃共振法の紹介を行ってきました。われわれの手法が少しでも日本の林業、とりわけスギの有効利用に役立てば幸いです。

### 【参考文献】

- 1) 釜口明子・中尾哲也・小玉泰義：木材学会誌，46(1)，13-19 (2000).
- 2) 釜口明子・中尾哲也・中井毅尚・田村 明：木材学会誌，47(3)，235-241 (2001).
- 3) 小玉泰義・釜口明子・中尾哲也・原田照太：樹木医学研究，3，5-9 (1999).

筆者（中尾）E-mail  
nakaote@riko.shimane-u.ac.jp

段階までは、うまくいっていた。

ところが、各分野を全原稿に統合して並べ替えるテストを始めたところ、たちまちコンピュータがフリーズ（コンピュータが停止して、キーボードやマウスからの入力を全く受け付けなくなる状態）してしまった。このときのファイルはフロッピーディスクにして6～7枚分に相当した。いろいろ試してみたけれどもうまくいかなくて、結局、新たなコンピュータを購入するはめになった。新規導入機の基本性能は、CPUクロック（演算装置の動作速度）700MHzであるが、メモリー容量（作業に使う記憶装置の容量）は512MBとフル装備した。スピードではなく安定性を重視したつもりであった。

ところが、この新規導入機が動かなかった。在来機と比べるとCPUクロックで1.8倍、メモリー容量で4倍の能力を持つはずであるが、その在来機よりも不安定で、頻繁にフリーズしてしまう。そこで、EXCEL、WORDのバージョンダウン（古いプログラムと置き換えること）やOS（コンピュータの基本的動作を制御するプログラム：オペレーティングシステム）のバージョンダウン、別種のOSの導入を試みた（特にOSのバージョンダウンには手こずらされた。悪いことに、フロッピーディスクドライブを持たない機種であった）。けれども、どれもうまくいかなかつた。

最終的には、全原稿の見出し語を一挙に並べ替えることをあきらめ、また、新規導入機を使うことをあきらめた。したがって、ファイルを細切れにしたうえで、在来機を使って処理した。



# スギ製材品の強度

長尾 博文 (ながお ひろふみ・(独) 森林総合研究所 構造利用研究領域 チーム長)

## はじめに

最近、建築基準法の建築基準が仕様規定から性能規定へ改正され、「住宅の品質確保の促進等に関する法律（品確法）」も施行されるなか、木造住宅に対しても性能表示や瑕疵保証が求められることになりました。そのような状況下で、建築用の構造材料として利用される製材品や木質材料について、それらの性能を明確化することがますます重要になってきています。

一方、国公立の多くの試験研究機関で材料試験機等の設備が整備されたのに伴って、実大材（製材品）の強度性能にかかるデータが急速に蓄積されつつあります。とりわけ、わが国で圧倒的な蓄積量を誇るスギについては、各試験研究機関で、より有効に利用するための研究・開発が進められており、それに従ってスギの強度やそのバラツキが明らかになりつつあります。さらに、スギの強度データが集積されつつある中で、製材品の強度に変化をもたらす因子の定量的な影響が少しづつ解明されつつあります。

それでは、スギの強度はどのような因子によって影響を及ぼされるのでしょうか？ また、スギ製材品を構造用材として利用する立場から、強度にバラツキを持つ製材品を有効に利用するためには、どのような方法が考えられるのでしょうか？

## 製材品の強度に対して 影響を及ぼす因子

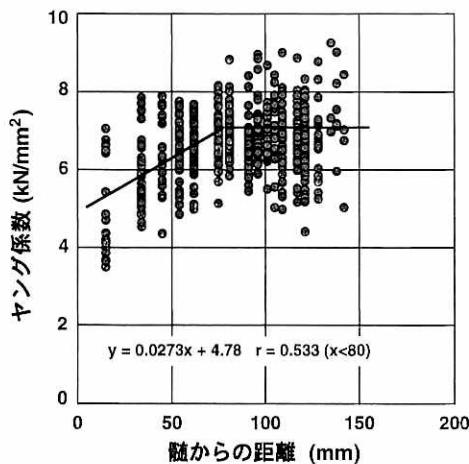
木材は林木の成長によってもたらされる生物材料ですので、林木の生まれ持った特性や成長の仕方によって組織構造が異なり、その結果、樹種間・個体間・1個体内の部位間で強度のバラツキが生

じます。例えば、広葉樹材と針葉樹材との違いはもとより、同じ針葉樹の中でも年輪構造等が異なることから強度は違ってきます。また、同一樹種内、例えばスギについて言えば、品種・クローン・樹種の違い、林木の育った環境や育て方の違いによっても強度は異なります。特に、最近の研究では、強度と密接な関係があり、材料の変形しにくさを表す指標のヤング係数が、遺伝的な要因、すなわち品種やクローンによって大きく支配されることがわかつてきました。

また、スギに限らず、製材品の強度は多くの因子によって影響を及ぼされます。これらの因子は大きく二つに分けることができます。一つが丸太からの採材位置、節・目切れなどの欠点の程度、含水率（使用条件でもある）などの材料そのものが持つ因子であり、もう一つが断面寸法、スパン条件、荷重速度などの試験（使用）条件にかかる因子があります。ここでは本特集の目的を勘案し、前者から丸太からの採材位置について、また最近、寸法安定性の点から重要視されている乾燥を取り上げ、含水率が減少することによって強度性能がどのように変化するのかについて、簡単に説明します。

### 1) 丸太からの採材位置

前述したように、木材は林木が成長した結果から得られるものですので、その強度はその採取される樹幹内の位置によっても異なります。特に、丸太を横断面から見て、髓から樹皮側に向かって木材の物理的・強度的性質が明瞭に変化していきます。これは、木材（木部細胞）を生み出す形成層が未成熟な時期に形成されたものであるか、成熟した後に形成されたものであるかの違いによって、細胞の構造が異なることに起因します。そこ

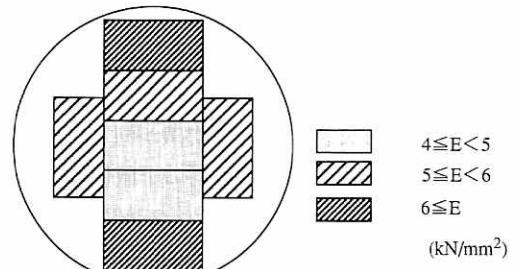


▲図① スギの無欠点小試験体によるヤング係数と髓からの距離との関係

で、髓から樹皮側に向かって品質が向上していく領域を未成熟材部、品質が安定した領域を成熟材部と呼びます。なお、これらの境界は心材と辺材との境界とは異なるもので、林木が成長するのに伴ってその境界が移動していくことはありません。図①は、スギ丸太から得られた、欠点のない小さな試験体（無欠点小試験体）のヤング係数（E）を、髓からの距離で表したもので。ヤング係数は、髓から外周部に向かって約80 mm程度の位置まで増加し、それを越えると安定した値を示していることが認められます。製材品であっても同様で、スギ製材品（断面寸法：50 mm×105 mm）のヤング係数を丸太の横断面内の位置（図②）で見ると、髓に近い未成熟材部では低いヤング係数を持つ製材品が、それを囲む成熟材部では高いヤング係数を持つ製材品が採材されることがわかります。さらに、このような傾向はヤング係数だけではなく、製材品の曲げ・縦圧縮・縦引張り強度についても同様です。したがって、小径丸太に比べて、中・大径丸太では成熟材の占める割合が大きくなるため、強度的に高い製材品を数多く採材することが可能となります。

## 2) 含水率

木材が乾燥される、つまり含水率が低下するときは、まず細胞内部の空洞中の水分が抜け、この



▲図② スギ丸太横断面内における製材品のヤング係数の分布

水分がなくなった後、細胞壁内の水分が抜けるという過程を示します。そして、細胞壁内は水分で満たされているが、細胞内部の空洞には水分が存在しない状態の含水率を「繊維飽和点」と言い、この値は種によらずほぼ同じで、一般に28~30%程度と言っています。また、わが国の温・湿度条件の下では、木材の含水率はほぼ15%で平衡に達します。

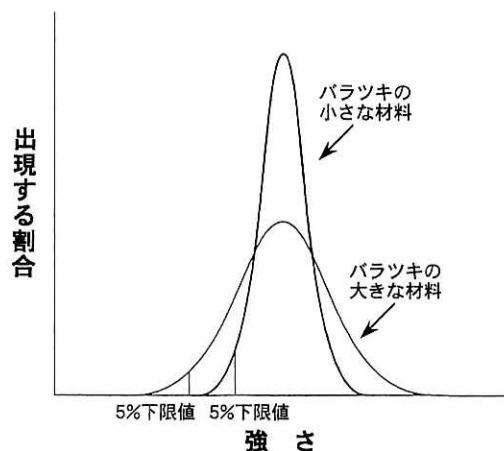
木材のさまざまな性質は含水率の影響を受け、繊維飽和点を境にして大きく変化します。木材の強度も、含水率が繊維飽和点以上では含水率にかかわらずほぼ一定ですが、繊維飽和点以下では含水率の低下に伴って増加していきます。この際の上昇率は材料の断面寸法の大きさによっても異なります<sup>(2)</sup>が、スギ正角（断面寸法：105 mm×105 mm）の例では、含水率が繊維飽和点以上の状態から約15%に低下することによって、曲げヤング係数は約10%，曲げ強度は約25%，縦圧縮強度は約50%，増加することが認められています。このように、製材品を乾燥することによって、材料の寸法安定性を増すばかりではなく、強度を増加させることにもつながるのです。

## 強度等級区分

木材を木造建築物の部材として利用する際に、風や地震などの荷重に対する構造安全性を確保するためにも、木材の強さを把握する必要があります。しかし、前述の理由から、製材品の強度はバラツキが生じます。さらに、木造建築の安全性を確保するために構造材料の強さ（基準強度）は、

強度試験結果から得られた平均値ではなく、下限値（通常5%下限値）が求められ、それを基にして定められた値（許容応力度）によって設計されます。したがって、強さの平均値が同じ材料間でも、そのバラツキが大きい材料の下限値は低くなり（図③）、通常、生物材料である木材は構造材料として不利となります。それでは、強度にバラツキを持つ製材品を合理的に評価するためには、どのような方法があるでしょうか？木材の強さのバラツキを減少させ、より合理的に使用するために、破壊せずに測定できる（非破壊的）バラメータを利用し、さまざまな木材を強さを基に仕分ける方法が利用されます。これを「強度等級区分法」と言います。例えば、木造建築物に実際に使用される木材は大きな部材であるため、当然ながら節や纖維の乱れなどの強度を低減させる欠点を含んでいます。これらの欠点を外観から評価し、仕分ける方法を「目視による強度等級区分法（以下、目視等級区分法）」と言います。また、強さがヤング係数との間で統計的に高い相関関係を持つことを利用し、非破壊的に測定されるヤング係数によって仕分ける方法を、「機械による強度等級区分法（以下、機械等級区分法）」と言います。実際、これらの強度等級区分法は、「針葉樹の構造用製材の日本農林規格（3）」等の中で適用され、木材を強度的側面から有効に利用するために活用されています。

スギの場合、ペイマツやアカマツなどの他の樹種に比べて、節は小さく、散在した形で現れます。その結果、これら他の樹種に比べて、節の大きさと強度との相関関係がそれほど高くななく、強度のバラツキを減少させる方法として目視等級区分法は、それほど有効な方法とは言えません。それに対して、ヤング係数は強さと統計的に高い相関関係にあり、ヤング係数が大きくなるのに伴い、強さは直線的に増加していくことが認められています。スギについても例外ではありません。また、図④に示したように、各樹種別の製材品のヤング係数と強度との回帰直線を見ると、スギの場合、ヤング係数が低い領域に存在していますが、他の



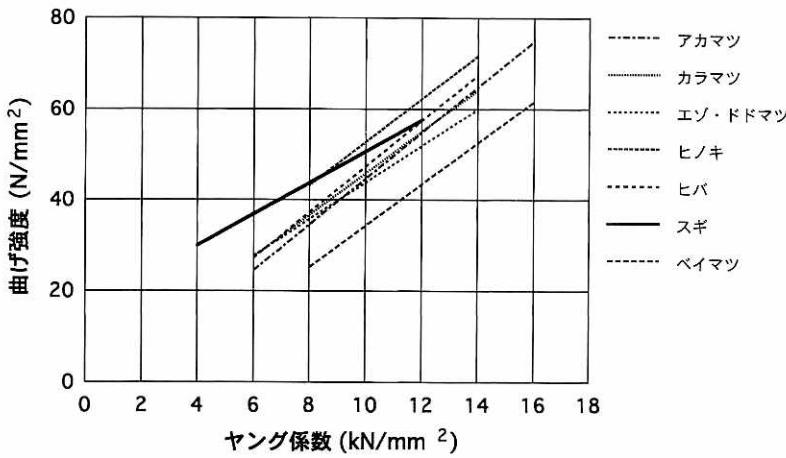
▲図③ 平均値が等しく、バラツキが異なる材料間の強さの下限値の違い

樹種に比べて回帰直線の傾きが小さいために、低いヤング係数の製材品でも高い曲げ強度を持つことが示されています。そこで、「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」ではこの点を考慮し、他の樹種と比較して、スギについては低いヤング係数の等級においても高い基準強度が設定されています。

現在、「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」に対応する機械等級区分装置（グレーディングマシン）として、幾つかの機種が全国木材組合連合会によって認定されています。しかしながら、わが国における製材品に対応したグレーディングマシンの普及率は低く、現在流通している製材品は「目視等級区分法」によって仕分けられたものがほとんどです。今後、木材の強さを効率的に利用するためにも、ひいては木質構造物の構造安全性を高めるためにも、「機械等級区分製材」の普及が望まれます。

## おわりに

わが国で蓄積量を誇るスギの用途は、今後とも構造用材としての利用が主流であると考えられます。そこで、スギを構造用材として有効利用するためにも、その強度性能を適切に評価する方法を確立することが、ますます重要となってくるでしょう。



▲図④ 樹種ごとに見た製材品のヤング係数と曲げ強度との関係から得られた回帰直線(1)



▲小国ドーム  
(杉本健一氏撮影)

しかし、強度等級区分法によって強さのバラツキは減少させることはできますが、仕分けられた各等級ごとの強度を評価するためには、各等級内での強度分布を推定する必要があります。わが国においても、これらの背景を基に、全国の試験研究機関によって得られた製材品の強度にかかるデータを、統一されたフォーマット下で一括集積していくための、「製材品の強度性能に関するデータベース」が構築されています。今後、このようなデータベースに強度データを蓄積していくことによって、各等級ごとの強度特性値や強度分布を精度良く推定することが可能となるでしょう。

また、このような点を踏まえて、多くの地域で地元産スギの製材品等を用いた大規模建築物の建設への積極的な取り組みがなされています。その一例として、熊本県小国町にある「小国ドーム」(写真)が挙げられます。本ドームの屋根は地元産のスギ製材品を使った立体トラスから構成されており、長辺が46m、短辺が37.4mで、1987年に竣工されました。その際、地元産スギ製材品の実大材による縦引張り試験が実施され、その強度データが立体トラスの設計に活かされました。

一方、木材は生物材料であるため、その強度性能は林木の成長によって形成される組織構造と大きなかかわりを持っています。木材のヤング係数

が遺伝的因子に大きく依存するのもその一例と言えましょう。よって、木材の強度性能に及ぼすさまざまな生物的因子（力学的材質指標）の影響が定性的、定量的に明らかにされれば、木材の生産現場である森林において、遺伝、環境にかかる因子の情報を基に強度性能を推定・評価できると考えられます。さらに、これらの結果を林業側にフィードバックすることによって、目的とした強度性能を持つ木材を生産することが可能となるため、このことは最終製品である木材（製材品）を評価する方法に比べてより積極的な手法であると言えます。したがって今後、この評価方法を確立するために、スギについての材質面、強度面での基礎的データを蓄積していく必要があり、その結果がスギを含めたすべての木材の有効利用に結びつくものと考えられます。

#### 【引用文献】

- 1) 強度性能研究会：「製材品の強度性能に関するデータベース」データ集(5)，2001
- 2) 長尾博文：構造材の含水率と強度性能，木材工業，11(51)，p.505～507，1996
- 3) (社)全国木材組合連合会編：針葉樹の構造用製材の日本農林規格並びに解説，1995

筆者 E-mail  
hn0829@ffpri.affrc.go.jp

## ■ スギ材の活用事例

# 地域材(八溝の杉)を産直で使う



石川 毅 (いしかわ たけし・株式会社石川林産 代表取締役)

### 木材の環境

茨城・栃木・福島にまたがる八溝山のたたずまいがあるその八溝連峰は、杉檜の産地として大量に育樹された杉檜が蓄材されています。その量は、毎年育つ量と伐採される量では育つ量のほうが多いのです(大きくなっています)。住宅に換算すると毎年4,000戸の数になります。現況の山は、下草がなくなり暗く、鳥の鳴き声はあまり聞かれなくなり、今まで私が見てきた山とは様相を変えてきています。経済的に見ても山林所有者は山を伐採するにはあまりにも価格が安く、山林所有者はよくこんな話をします。「伐採しても、その山に植林をすればまたお金がかかる、植え付けもできない」、さらに聞いていくと、「先祖が植えた木を、先祖が育てた木を、私の代で山を荒らしてしまうには申しわけない」「現在の山ですら管理もできない」。調べた結果、一町歩の山に苗木から植林するのに260万円かかります。その後60年ぐらいたってから売ろうとしても120万円にしかならないそうです。その間には選定間伐を続けなければ雪害、風害が発生し、良質の木材にならないのです。しかし現在の山は、伐採に要する林道が蜘蛛の網のように張り巡らされていて、以前とは比べようがないほど山のインフラは整備されていますが、何か妙に見えます。

最近、日本国中にこのような現象が出てきていることの記事を目になりますが、以前(約20年前)から間伐材の利用を促進するための利用事例が多く、最近山は畑、木材は山から採れる産物(産直流行り)扱いで農作物といっしょのような議論があり、私は大変間違ではないかと思います。現在の八溝材は植え付けられてから最低60年以上

かかって出荷されています。国有林等は80年以上でいねいに育林されて出荷しているわけで、80年も前(大正時代)に植え付けられ、「その当時は林道もなく、山に木を植えるときは苗木を背負って山道を1時間以上歩いて植えたものだ」と聞かされています。私は、そんな思いで先代が植え育てた木を、安易に農林水産物として一般的な産直により、安くて良いもの扱いで手に入れるという考えは根本的に誤りがあると思っています。その理由は、木材を扱う川上(素材業者・製材業者・市場)が木造建築の中での木の活用を研究してこなかったことにあります。山での玉切り長さは、戦後決められてからほとんど改正されていません。建築は戦後大きく変化していますが、それにもかかわらず原木の玉切り方法は同じままです。山からの原木の集材は、機械化が進み山土場に集材てきて、輸送も林道が整備され簡単になり、原木流通の合理化が大幅に進んだことが、伐採後早い時期に原木市場に出荷されていることにつながっているのです。製材所も機械化が進み、生産効率が大幅に高くなり、製品市場にも早い時期に出荷され製材品が多く出回ることになります。結果として、木材の乾燥についてはだれもがすっかり忘れ、早く売ることがビジネスの形となりました。また、大きな流れとして、1970年代に外材が原木で輸入され年々その量は増え、1980年代後半には製品として輸入されたことなどを含め、前述の国産材の価格が上がらないことが大きな原因ではないかと思います。

参考に、1980年から現在までの二十数年間“柱3m, 105mm角の市場の価格は全く変わらない”この背景の中で、産直によって価格が安くなることが産直の目的ではないはずです。私が思う

本来の産直は、市場に流通していない商品は特注品として価格が高くなり、流通していない長さはやはり特注品として高くつく使用価値のあるものです。

木材価格に反映される重要なものは、①歩留まり率、②輸送経費、③木材乾燥費、であろうと思います。その意味では流通していない商品は高くなつて当然ということになるのでしょうか、建築に合わせ流通品以外の特注品をどうして流通品にするのか、そのためにはどのような商品規格にするのか、その商品は建築の市場に合っているのか、等調査をしたうえで伐採・玉切り・製材をしなければなりませんし、量が安定しないと成立するものではありません。例として、3 m 150 mm 角(5寸角)を取り上げてみると、山は育っているので従来の柱の寸法では細すぎる、むしろ太くしても原木が手に入れやすくなっているとすれば、価格は5寸角でも使えます。むしろ建築をされた施主は大満足でしょう。欠点は重くなるので扱いにくくなることですが、葉枯らし乾燥(写真参照)に戻せば原木も軽くなり、製材も扱いやすくなります。現在、3 m の玉切り材には5寸角の製材ができる原木はありませんし、4 m 材を3 m に切っての応用は歩留まりが悪くなるだけです。万事が万事このようにことで、流通材を出荷販売している木材市場では5寸角がないので、買っていただけるお客様には直販でお売りする以外にはないのです。産直は製材所から流通を変えて直接販売するのですから、木材市場はいらないとか、地元の材木屋はいらないとか議論することがあります、私はそうは思いません。なぜなら製材所にはそれぞの特徴があり、住宅1軒の材料は到底無理であり、専業特化・合理化を迫られている製材所では産直はできないのです。やはり地元の木材市場があり、住宅1軒の材料をまとめ上げるのは材木屋ではないかと思います。ただし、八溝材を扱う店までが産直業者であり、お客様とは大工・工務店、地元のビルダーではないかと思います。

### 木造建築からの木材

住宅は以前(30年くらい前)から比べると隙間



風を防ぐ快適性を求ることにより、住宅の気密・断熱を重要視して住宅造りをしてきました。10年ほど前にWHOが提唱した、①健康(空気環境を良くする)、②快適(温熱環境を高める)、③能率(省エネルギーで暮らせる)、④安全(環境を考慮する)、このような住宅を目指すという観点から、最近は高気密高断熱型の住宅が主流になってきていますが、3年前の10月までがWHOとの提唱実施の約束期限で、その結果として、品確法・10年保証制度のスタートだったのではないかと思います。また一昨年、50年ぶりに建築基準法が、さらに環境法、リサイクル法等々の法律が、さまざまに改正されました。“法律”“金融”“税金”が同時に改正になることは、戦後初めてではないでしょうか。

### 木造建築の志向は

空気汚染の観点から見ても自然材志向により、以前より木材が見直されてきています。森林資源を持つ日本ではむしろ歓迎される事実であります。しかし、木造建築はコストを下げ、合理化をする意味で工業製品を住宅内に持ち込んできました。消費者も工業製品のツルツルピカピカを容認し、メーカーの作る製品は間違いないものと思い込み、1960年代後半になり快適さを求めるアルミサッシが発達・普及し、廊下がなくなり、より工業製品に特化していくと思われます。そのうえ、同時に輸入材が入荷され、木造建築は外材で造り、内地材は高いとしてすべて外材で造る住宅となっていました。内地材も高く売れる他県では、他県のブランド名で茨城に持ってくるあります。住宅は関東大震災時の法律改正で、外部はすべて

サイディング（不燃材）で覆われ、アルミサッシで覆い、他の建材は工業製品で造る住宅に結果としてなりました。

木材は、間伐材の利用・国産材の活用と一所懸命に啓蒙してきましたが、住宅の構成が前述したような結果で国産材は使われなくなり、外材は大径木、国産材は小径木、価格が船貨をかけても国産材より安いとあっては、国産材の使用が激減するのも当然であろうと思います。木材の生産面から見ても山のインフラ整備・製材工場の合理化が推進され、山で伐採後できるだけ早く資金にすべく市場に出荷するシステムになり、国産材の価格に対応してきました。しかし売る側は、外材よりも国産材、杉檜材には、あり余る利点があることはわかっていても、隙間・割れ・音がする・ボルトが緩む等の問題も事実であり、困難を抱えます。その困難とは乾燥の問題です。

1960年代までは、山で葉枯らし乾燥・粗挽き<sup>あらび</sup>製材天日乾燥・建後の屋根葺き養生(乾燥)等の手法を使い、現場天日乾燥をして木造建築の品質を高める努力をしてきましたが、その10年後ぐらいから機械乾燥が導入されました。しかし工業製品・外材を使うことにより全くその手法が見られなくなりました。そのような背景の中で、さまざまな利点を持つ国産材を活用するには、現在小径木から中径木に育った国産材を活用するにあたり、大事なことは山元の価格を上げることがまず重要なことです。しかし消費者の価格を上げられないとすれば特注品ではなく、同じ価格で品質を大幅に上げることが重要となります。品質とは乾燥材が軸で、図面は設計士が書く寸法ではなく、仕上がり寸法表示で農林規格に合致した品質の高い商品のことを指します。ただし、木材の利用についての説明付き商品でなければなりません。

### 産直販売にするには

まず戦後の柱の推移ですが、昭和20年代は75mm角、昭和30年代は90mm角、昭和45年代は100mm角・105mm角、昭和50年代は105mm角、平成8年代は120mm角、平成10年代は150

mm角が主流でした。変化している製材は、中目丸太の活用を優先するとして耐圧盤を作り、杉の桁梁を作りました。

阪神・淡路大震災の教訓を得て、①耐震設計の水平強度を増すため、耐圧盤としてt=27mmの相決り加工の板を床下用、屋根下用に貼ります。②耐震設計の座屈強化のため、柱の寸法を大きくなります。土台は檜120mm角、柱は120mm角と柱150mm角。③耐震設計の垂直荷重は、桁梁の寸法を大きくなります。120×210~360mm、小屋裏は120mmとします。④耐震設計とするためにバランスよく耐力壁を配置します。⑤耐震設計は、基礎と土台の密着が重要なので金物を多く入れ、各所に金物施工か込み栓施工にします。

製材所には前述のように、それぞれの製材品に特徴があり、住宅1軒分の木材はそろわず、そのためには絶えず住宅の計画発注が必要であり、製材所の製品の納入に協力しなければなりません（場合により提携することも必要です）。

現在の建築は、大空間設計・高い天井・明るいリビング・ダイニング・滑らない階段・高気密高断熱住宅の機械換気のダクト位置・外断熱の取り付け枠・耐圧盤・無垢床・無垢天井・無垢壁・無垢腰板等々、今までになかった材料が必要であり、標準ディテールも重用な要素になります。

### 木材の産直の問題点

木材価格にかかる要因とは前述のとおり、①歩留まり率、②輸送経費、③木材乾燥費と考えられ、さらに産直にかかる事項として、④流通ストック、が重要ではないかと思います。そして安定量の確保がなされたときが、産直材として出荷できる環境なのです。現在弊社は、それらの整ったシステムがほぼ完成段階にあると思っています。これを読まれた方からのご意見ご批判をぜひお聞かせいただきたく存じます。ありがとうございました。

E-mail : ishikawarinsan@mti.biglobe.ne.jp

http://www.ishikawarinsan.com

# 徳島スギと民家型住宅への流れ



三浦 茂則 (みうら しげのり・(有)三浦林業 代表取締役)

## はじめに

世界あるいはわが国には多くの林業専門家や研究者がいる中で、林業の現場にいる私のような者がこのような林業技術雑誌に執筆させていただくこと自体、わが国の林業界が暗中模索で大きな転機がきたと実感している。私は徳島県の最南端で高知県との県境に位置する海部川の上流で林業を営んでいる。ここでは、当地域で取り組んでいるTSウッドハウス協同組合の取り組みと、私が三十数年間、林業に取り組んできた経緯と将来の夢を紹介し、いささかなりとも会員の皆様の参考になればと思い執筆することにした。「TS」とは、徳島県とスギの頭文字「T」と「S」である。

## 林業はこれでよいのか

無垢の木材の長所や短所は人間が時代時代によってつくるものであり、そのときの流行と好みによって大きく変わると考える。例えば、今まで無垢で無節の木が好まれ高価なものであった。したがって、林業家は少しでも高く売ろうと山に手をかけ枝打ちをして無節、無節と枝打ちに労力と多額の資金を投じてきた。しかし現在、わが国の住宅における和室は少なく、無節より節のあるほうが自然で、良い木をそのまま使うようになってきた。「あの多大な人件費を投じた枝打ちはいったい何だったのだろうか」と疑問を投じたくなる。時代によって林業経営の方法は変化していくものだということを消費者に教えていただき、直接肌で感じている。年間1,000 m<sup>3</sup>もの80年生を中心とした葉枯らし材の出材をしながら、自分たちの林業を生かすためには、いかに木材流通が頼りに

ならないかを実感していた。そこで一つ一つ問題意識を持って、林業や木材について考え直すことにしている。

## 林業と私

私は昭和41年、東京農業大学林学科を卒業し、和歌山県田辺市の製材所で林業経営の見習いとして2年間過ごした。昭和43年に徳島県の地元に帰り、本格的に林業経営に携わるようになった。そのころの林業経営は、木材の値段が高くだれにでもできる林業で、山に立っている木をそのまま右から左へ売り払い、その後植林をし、育てるだけであった。先祖が手塩にかけ植林した80年や90年の木をただ右から左へ移動するだけでは林業経営者としての楽しみはなく、底知れぬむなしさを感じる生活であった。そのころちょうど地元の商工会青年部が設立され、高校の先輩が私を勧誘に見えた。林業家が商工会の会員になっていいのだろうかという疑問があったが、何しろ過疎地で若者も少なく、町の活性化のためと軽い気持ちで入会した。商工会の役員としていろいろな会合等に出かけるうちに、林業も立派な商業であることに初めて気がついた。和歌山で林業の修業をしていたとき、ある年輩の人から「経営者は自分の仕事は自分で見つけなければだれも教えてくれない」と言われたことを思い出した。昭和48年、(有)三浦林業を立ち上げ、伐採、集材等を会社で行い、丸太で市場へ出し販売することにした。

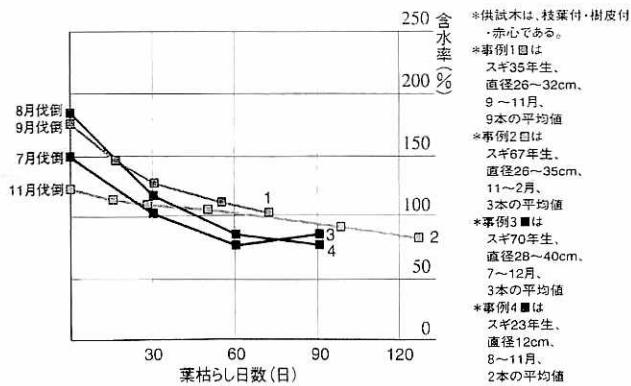
初めはトラックで陸上輸送していたが、目の前が太平洋なので海上輸送の利便性と経済性を鑑み、地元の林業家と共同で木材の値段の高い九州へ船で出材するようにした。そのころの日本林業は、



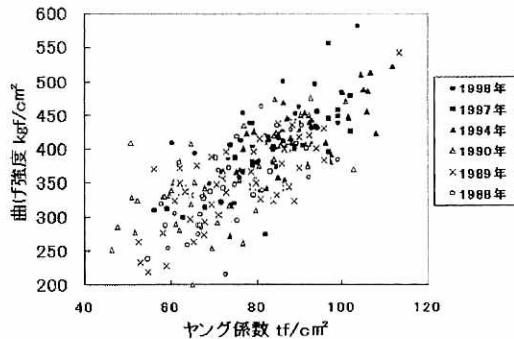
全体的にいかに効率よく生材で出材するかが基本であった。ある日、木材の市場価格調査に九州へ足を運び、自分の材木がどのように値付けされるのか買い主に交じって落札の様子を探っていたとき、「て（かねてと読み、昔からの屋号で刻印に使われていた）の材は競り落とすときはピンク色のとてもきれいな色をしているのだが、時間がたち製材にかけるときは変わってしまう。もっと高く買いたいと思っても色が変化するので、残念ながらみんなと同じ価格になる」と話しているのを小耳に挟んだ。そこで、市場終了後に買い主さんに接触し、木材の色の変化の様子を詳しく聞いた。さっそく、山の作業員に話をすると、「昔は運搬を楽にするため山で丸太に葉を着けたまま乾燥させ、葉が変色して丸太が軽くなつてから搬出していて心材の色はきれいだった」という答えが返ってきた。それ以後、九州の買い主から丸太の注文が殺到し、ての刻印のある材はいつも2割高で売買されるようになった。それから30年間、三浦林業の材は葉枯らし乾燥材として木材に付加価値を付けて販売している。

### TS ウッドハウスについて

昭和53年ごろ、山の作業員から親戚の工務店の社長が「スギの葉枯らし材で家を建てる考えを持っている」と相談があり、1軒の住宅を一つの山で賄うことにした。徳島県の県南部は昔からスギの木を使って家を建てているから、大工のスギ加工の腕は“ほんまもん”である。先祖が手塙にかけ80年も大事に育ってきた木を丸太で市場に出すだけでは物足りなくなつた。昭和57年、NHKテレビ番組「農業新時代」に出演し、横山アナウンサーの絶妙なインタビューの中、“川上から川下へ”を合い言葉に、山から葉枯らし材住宅へのドキュメント的な報道を展開していただいた。彼は



▲葉枯らし材の乾燥経過



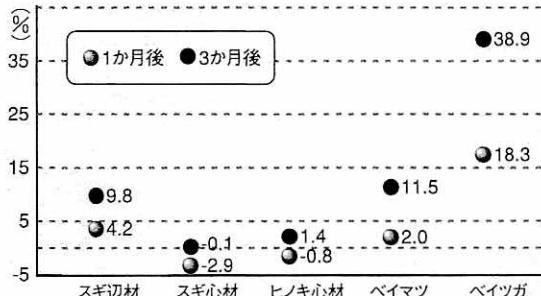
▲ヤング係数と曲げ強度の相関関係

最後に“この事業が今後の林業の発展につながることを期待します”と締めくくった。私はその言葉を励みに「スギと住宅」「山と住まふ人」の関連づけへと心を動かしてきた。

このころ、徳島県林業クラブ青年部会長に就任し、会員の林業後継者とともにスギの葉枯らし材の普及と中目材の住宅部材としての梁、桁の構造材の利用実験を試みた。昭和58年に現代計画研究所所長の藤本氏との出会いから、本格的にスギの葉枯らし材と民家型工法を県外でも推し進めることになった。当時の日本建築基準法施行令はスギの強度はマツより2割弱いと記されていたのがネックになり、その真偽を確かめるためと同時にスギ材の生態を知るため、昭和59年、筑波の国立林業試験場科長中井氏の協力を得て、徳島スギ平角材の実大曲げ強度試験にこぎつけた。徳島スギの曲げ強度と曲げヤング係数の試験結果は、建築基準法施行令等で示されていた数値を大きく上回ることが実証された。徳島県林業界や周りの関係者に不安を抱かせながらも若い力は基準値クリアの結果をデータ化し、スギの建築基準値を塗り替え

▼スギ平角の実大曲げ試験結果

断面形状(cm)	比重	節径比(%)	平均年輪幅(mm)	含水率(%)	曲げヤング係数( $10^6\text{kgf/cm}^2$ )	比例限度	曲げ破壊係数( $\text{kgf/cm}^2$ )
12×12	0.46	20.1	3.1	15.5	98.2	343	439
12×18	0.46	27.0	3.4	15.7	93.0	317	417
12×24	0.46	18.3	3.5	22.8	89.4	291	400
12×30	0.43	18.7	3.2	14.3	87.9	318	420
平均値	0.45	21.0	3.3	17.1	92.1	317	419



▲シロアリに強い徳島スギ(推定質量減少率。含水率15%)

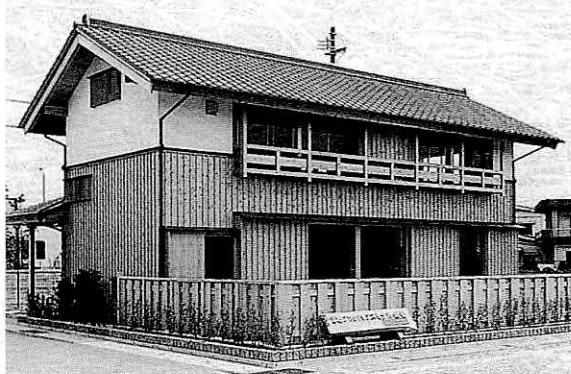
ることに成功した。

その後、スギ材の試験研究については他業種の方や大学、徳島県、林野庁、試験場の歴代の職員の方々にご指導ご協力をいただき、徳島スギに附加価値を付けてきた。強度に続き曲げヤング、曲げ強度、たいこ強度、木喰い虫、シロアリ等々、関係各部の皆様方のご協力の下に日本初のスギ材の生態研究を重ねてきた。

これらのデータを基に平成6年、TSウッドハウス・徳島県木の家つくり協会の旗揚げ式を阪神で行い、鳴門明石大橋の開通を踏まえて大々的に徳島県の木を阪神へ運び、市場を拡大する先駆けとなった。平成7年夏に県の機関から独立、TSウッドハウス協同組合を設立し、現在まで理事長として日本の林業のあるべき姿を日々自問自答している。幸い組合員の後継者は地元に帰り、親の批判をしながらも林業の仕事に従事し確実に育っている。親は後継者に少しでも林業に対する希望を持たせ、徳島のスギ林業を守り育てるべく日々悪戦苦闘している。

### おわりに

われわれ徳島の林業家は、木そのものについて何も知らないことが多いことに気がついた。今後は木材乾燥の問題として、例えば、スギ無垢材を25%に乾燥しなければならないか、プレカットと



▲ TSウッドハウス展示場

大工加工との乾燥の度合いは同じなのか、大工工法の中での木の性質による乾燥度合いはどうか、コミセン止めと金物止めではどうかなどを検討し、生き物である木の作用を見ながら本物の林業仕様書をつくりたいと考えている。現在は、スギ心材の成分の樹齢による違いと抗菌作用の関係についてのデータ化を急いでいる。

そのほか、長伐期林業とは70~80年なのか、いや100~200年を言うのか。わが国の林業は広葉樹の森をつくり、それを見て楽しむのか。針葉樹のスギ、ヒノキ等、直接人間の生活に密着した住宅資材を供給したりして生き残るのか。樹種の選定、ヘクタール植付け本数、根張りと木の諸問題など、もう一度原点に返って、スギに関するあらゆる問題点を追求する責務があると考える。

日本のスギは単価的には外材にひけを取っているものの質的には優れていることや、大工の技術も世界にない優れたものであり、日本の伝統技術文化として守っていかねばならないことを痛感するとともに、世界への住宅輸出を夢見ている昨今である。

(有)三浦林業

☎ 0884-73-0018



## しばづくり

▲一席（林野庁長官賞）三浦 仁（岩手県盛岡市）ニコン F 601, 24~120ミリレンズ, 紋  
り8, オート。岩手県電石町にて—湿田や湿地の改良工事、また土手等の崩れを防止するし  
ばづくりの仕事に作業員を入れ、努力している姿を見て感動した。

## 第48回（平成13年度） 森林・林業写真コンクール 優秀作品白黒写真の部紹介

＜白黒写真の部としての紹介は、今回で終了となります。長い間ありがとうございました。＞

主催／(社)日本林業技術協会

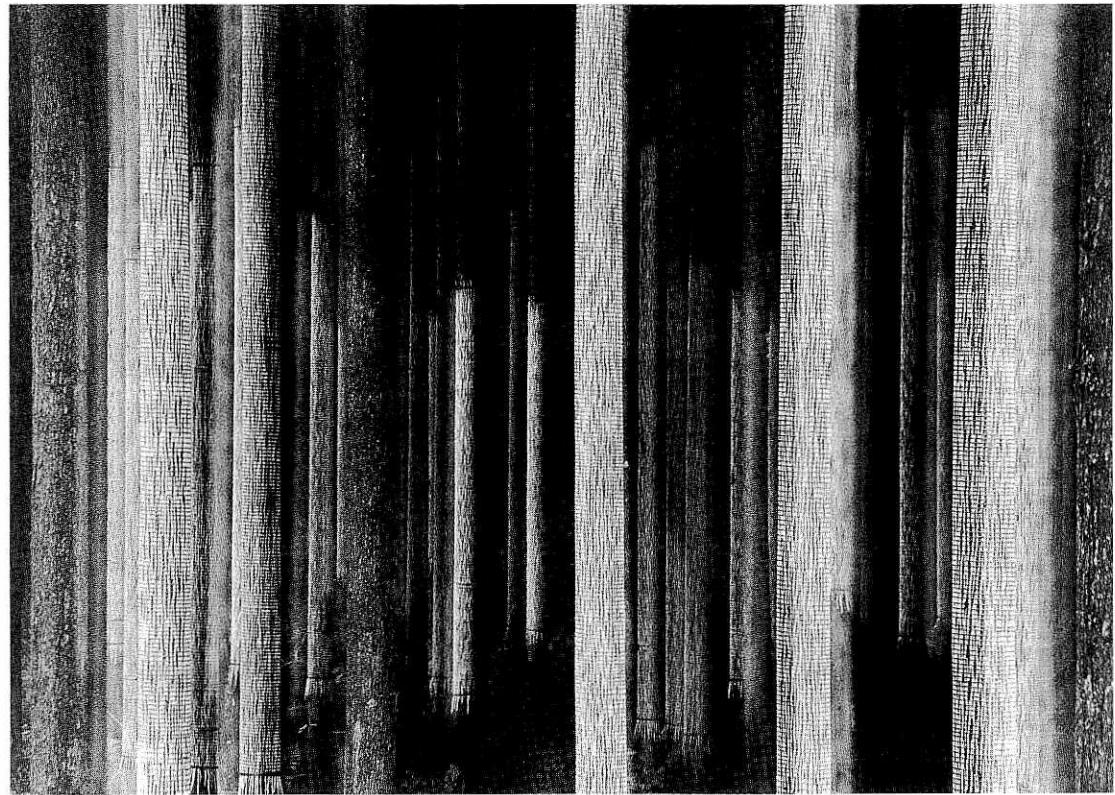
後援／林 野 庁



## 晩秋の雄鹿

◀三席（日本林業技術協会理事長賞）国岡洋一  
(北海道札幌市) アサヒペンタックス SP,  
200ミリレンズ, 紋り4, 1/125。北海道渡島  
支庁七飯町にて

# 北山杉



▲二席（日本林業技術協会理事長賞）森本義次（京都府八幡市）ペンタックスZ1,  
80~320ミリレンズ、絞り22。

## 吹雪く



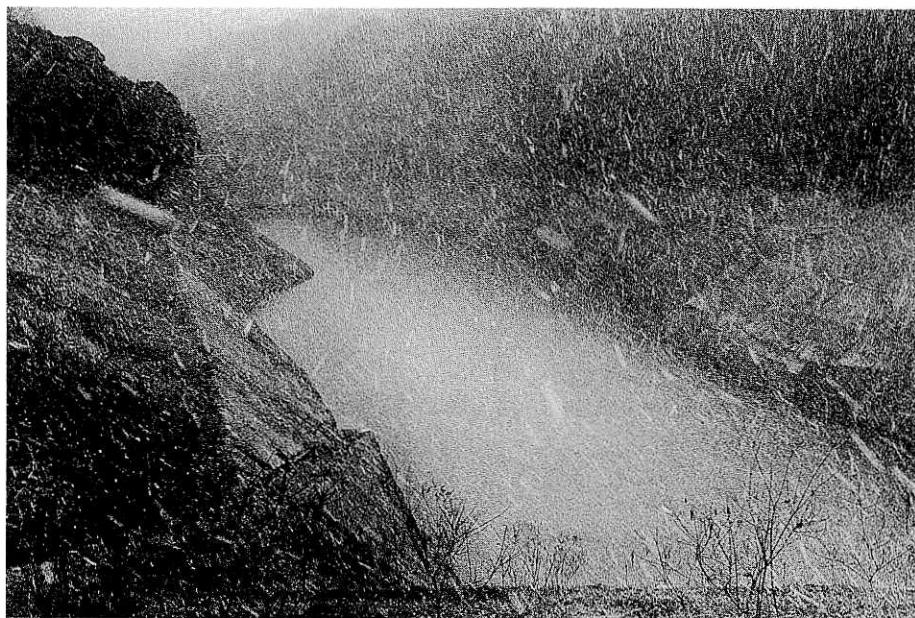
►三席（日本林業技術協会理事長賞）  
藤田瞬子（千葉県市川市）ライカ  
M 6、ズミクロン35ミリレンズ、  
絞り8、1/60。八甲田山にて  
——田舎岳から畚沢コースをスキー  
で下ってきた樹林帯。横なぐりの雪に  
すだれ越しに見るような樹林を美し  
いと思つた。

新緑のねぐら



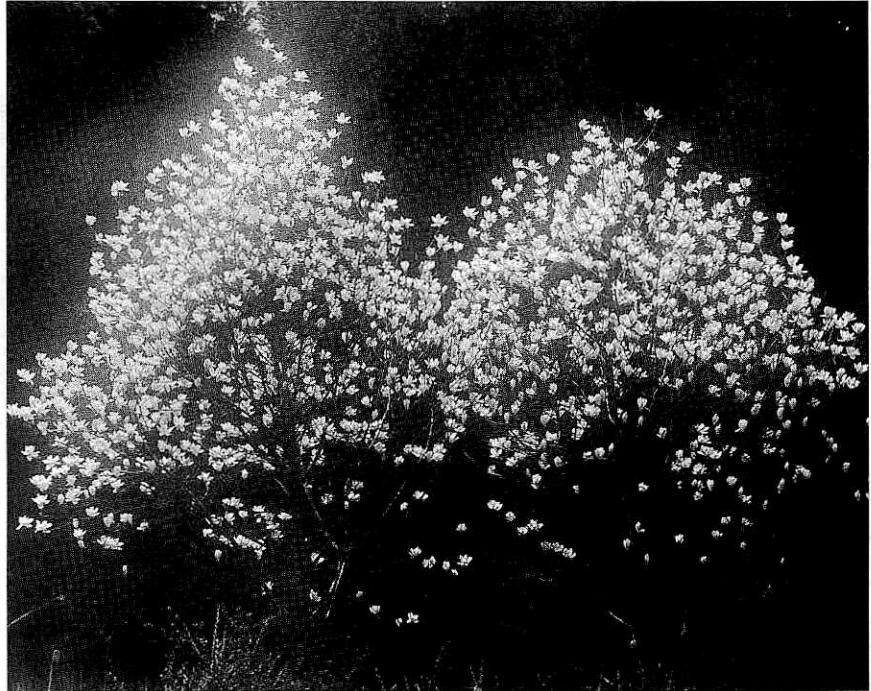
▲二席（日本林業技術協会理事長賞）東 洋一（兵庫県明石市）ニコン F100, 80~200ミリレンズ、絞り8、1/60。明石公園にて

雪降る池



▲三席（日本林業技術協会理事長賞）村松悦郎（静岡県藤枝市）キャノン EOS 5、28~105ミリレンズ、絞り16、オート。静岡県引佐町にて

## こぶしの花



▲三席(日本林業技術協会理事長賞)佐々木亮太郎(秋田県由利郡岩城町)ニコン F-E, 35~105  
ミリレンズ, 紋り 5.6, オート。秋田県由利町にて  
——鳥海山麓の由利高原林に咲くこぶしを斜光で撮りました。

## 冬の風物詩 「ソダ垣」



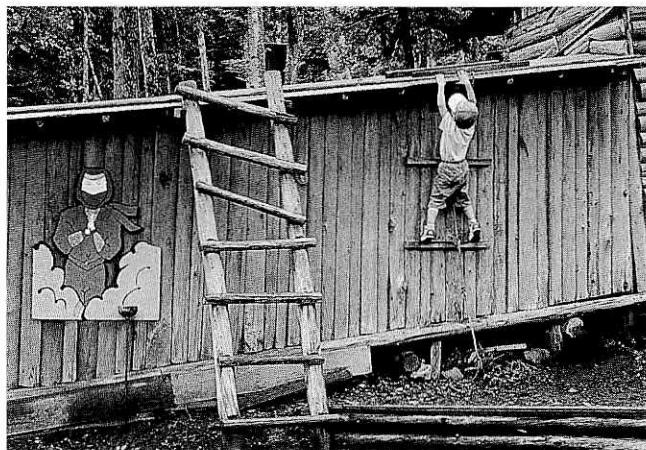
▲三席(日本林業技術協会理事長賞)山崎俊泰(静岡県掛川市)キャノン EOS 10, 28~80  
ミリレンズ, 紋りオート, 1/125。静岡県浜岡砂丘にて  
——「ソダ垣」は1 m ほどのシイやマキの枝を風上に向かって約5 m四方のマス状に立てかけ,  
冬の強風で砂丘の砂が飛散するのを防ぐ。

## 朝霧の里

►佳作 横山弥助（新潟県三条市）キャノン EOS 1 V, 100~400ミリレンズ、絞り 11, オート。



## 忍者村



►佳作 岩田賢甫（長野県長野市）キャノン EOS-100, 24~85ミリレンズ、絞り 8, オート。長野県戸隠村にて  
——森林の中にできたチビッ子忍者村。子どもたちが自然にふれあう施設としてにぎわっている。

## 執念

## 収穫

▼佳作 大石糀男（静岡県静岡市）キャノン EOS 5, 28~135ミリレンズ、絞り 11, オート。静岡市足久保にて  
——竹の子掘りを行ったときのひとコマ。



►佳作 吉岡新市（奈良県橿原市）ニコン F 2, 55ミリレンズ、絞り 8, 1/60。神戸市六甲山にて  
——厳しい山で必死に生きようとしている根にたくましさを感じました。

# ●コラム●

1980年代に入って地球温暖化問題が注目されるようになっていたが、1988年に地球温暖化問題は一気に加速された。88年6月にカナダのトロントで行われた地球温暖化に関する国際会議は、それまでの科学者だけの会議ではなく、官僚、政治家、産業人、NGOまで加わったものとなった。この会議をベースにして、国連環境計画(UNEP)と世界気象機関(WMO)の共催により「気候変動に関する政府間パネル」(Intergovernmental Panel of Climate Change(IPCC))が同年設置され、国連が支援する正式の活動として認められた。

なお、climate changeは気候変動であって気候変動ではないとの研究者の意見は強い。Changeは変化であり、変動はfluctuationである。一度決められて閣議を通った用語を変えることは非常に難しいので、最初に正確な訳をすることが重要である。

IPCCは、各国から温暖化に関する専門家が集まって、科学的アセスメントを行う委員活動の場である。第1部会「気象」、第2部会「影響」、第3部会「緩和策」から構成されている。IPCCの報告書は5年ごとにまとめられることになり、現在第3次評価報告書が完成したところである。

第3部会の第1次報告書で、できるだけ早く気候変動枠組み条約の国際交渉に入ることが勧告され、1992年の地球サミットで気候変動枠組み条約の署名が行われ、1994年に発効した。第1回の気候変動枠組み条約締約国会議が1995年に行われたが、これがCOP1である。以後IPCCとCOPは表裏一体の関係で動いているが、IPCCは地球温暖化に関する科学的知見を取りまとめる仕事を任し、COPは温室効果ガスの排出量削減目標を具体化させることを任とするものである。COPはIPCCの科学的知見に基づいて論議されることになっている。

IPCCは3つの部会から定期報告書を出すほかに、必要に応じて報告書を出している。2000年に出された特別報告書、「土地利用、土地利用変化、

林業」はCOP3の京都議定書の森林の定義や吸収の測定法などの選択肢を提示し、COPはそれに基づく論議を行っている。それに対して5年ごとにまとめられる報告書は、より長期的な方策を検討するのに資するものである。IPCCの報告書は、気候変動に関する科学的情報を与え、世界のあらゆる分野の人たちに気候変動防止への取り組みの重要性を伝えることで貢献している。



◆新刊図書紹介◆  
\*定価は、本体価格のみを表示しています。  
資料・林野庁図書館・本会編集室受入図書

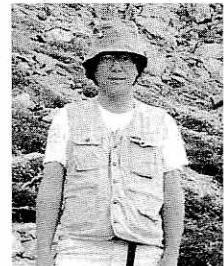
- 薪割り札賛 著者：深澤光 発行所：創森社（☎ 03-5228-2270）発行：2001.7 A5判 211p 本体価格：2,381円
- 熱帯雨林の生態学—生物多様性の世界を探る— 著者：井上民二 発行所：八坂書房（☎ 03-3293-7975）発行：2001.9 A5判 351p 本体価格：3,800円
- キノコ栽培全科 著者：大森清寿・小出博志 発行所：農山漁村文化協会（☎ 03-3814-0911）発行：2001.9 A5判 258p 本体価格：2,571円
- 松枯れ奮闘記 著者：石井健雄 発行所：グリーン企画（☎ 042-376-6870）発行：2001.10 B5判 159p 本体価格：1,300円
- 幾山河一小澤今朝芳追悼文集— 編者：小澤今朝芳追悼文集編集委員会 発行者：小澤今朝芳追悼文集編集委員会 取扱い：日本林業調査会（☎ 03-3269-3911） 発行：2001.10 A5判 131p 本体価格：非売品（切手310円分で頒布可）
- 水辺林管理の手引き—基礎と指針と提言— 編者：浜畔林研究会 発行所：日本林業調査会（上記同） 発行：2001.12 A5判 213p 本体価格：2,000円
- 遊ぶ！レジャー林業—都市から見える森林がある— 著者：羽鳥孝明 発行所：日本林業調査会（上記同） 発行：2001.12 B6判 189p 本体価格：1,500円

## トピックス

# 北ア・笠ヶ岳——播隆上人の幻の登山道と石仏の探索

しみずひろつぐ  
**清水洋嗣**

中部森林管理局名古屋分局  
飛騨森林管理署



日本の多くの山岳を踏破して『日本アルプスの登山と探検』の名著を残した英人ウェ斯顿の名はあまりにも有名で、信州の上高地にはその記念碑があり、毎年初夏には彼の功績を讃えてウェストン祭が盛大に開かれています。

しかし、ウェ斯顿が踏破する以前から日本の修験道の行者たちが山頂を目指していたはずなのですが、だれ一人“岳人”として語り継がれていないのはなぜでしょう。

そんな中で最も偉大な一人として、播隆上人の名があります。今から180年ほど前のことですで、登頂には大変な苦労を伴っていますが、笠ヶ岳や槍ヶ岳高峰に、2回3回と登頂を重ねています。播隆は、山頂に祠を建立し、登山道の危険箇所には鉄の鎖を取り付けたりと、ウェ斯顿に勝る岳人でありながら記念碑もなく、寂しさを感じ

る“岳人”的一人です。

今日、北アルプスの笠ヶ岳(2897m)や槍ヶ岳(3180m)の山頂に立つ登山者の中で、果たしてどのくらいの方が播隆の開山の功績を知っておられるでしょうか。

播隆が北アルプス笠ヶ岳へ、上宝村笛嶋から笠谷に沿って登山道を開き初登頂したのは文政6年(1823年)の夏で、このとき山頂では仏の出現と信じた御来迎(ブロッケン現象)にも接し、雲海の向こうに黒々とそびえる槍、穂高連峰に心打たれ、随喜の涙を流したと伝えられています。

播隆はこの感激をさっそく信仰者や村人に語り、翌年には多くの村人、信仰者を伴い登山の安全祈願をし、登山道には一里塚として供養した「石仏」を安置しながら登頂したと伝えられています。

そんな播隆をしのんで、以前から上宝村近辺の



◀写真① 昨年、平成13年8月に再発見の石仏

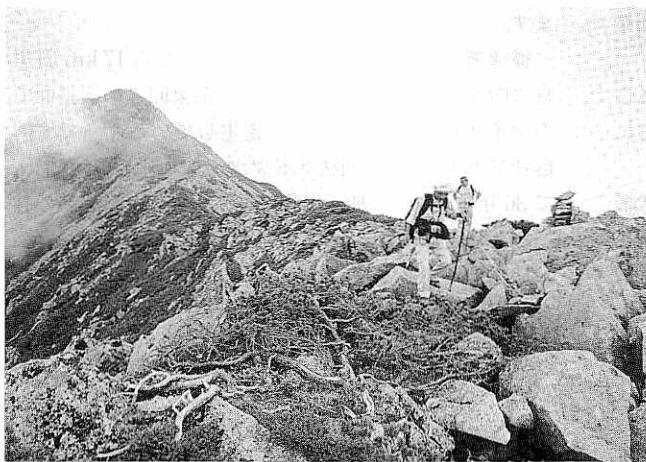
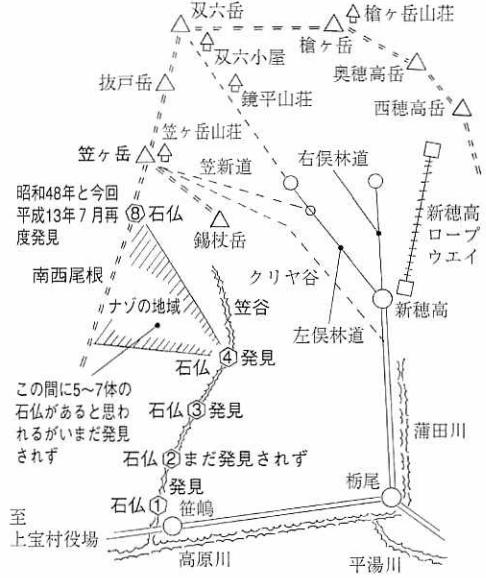


写真② 昭和48年▶  
笠ヶ岳南西尾根で発見の石仏

図① 播隆上人の笠ヶ岳開山ルート図▶



写真③ 笠ヶ岳山頂播隆の祠



写真④ 28年前に発見した幻の石仏を求めて探索。後方は笠ヶ岳山頂

播隆を慕う人たちによって、播隆が登山したとされる、笠谷に沿ってのルートと石仏（全部で8体と言われる）の探索が行われてきました。

その結果、笠谷に沿って、1, 3, 4体目に当たる3体の石仏は、意外に早く発見され、村の重要文化財として指定されました。この発見で播隆が笠谷に沿って登山道を開いたところまではわかつてきましたが、その先、5～8体目の石仏がなかなか発見できないため、ルートの全容がわからず、いつしか『幻の登山道』と呼ばれていました。

ところが昭和48年の夏、当時神岡営林署に勤務していた筆者が笠ヶ岳山頂から笠谷側へ延びる南西尾根をパトロール中、播隆の石仏で最終地点の8体目と見られる石仏を発見する幸運に恵まれま

した。

この発見は山頂付近の登山ルートが南西尾根だったことを示し、播隆上人の笠ヶ岳登山のルート解明に大きな前進だとか、貴重な遺跡発見と騒がれましたが、発見のときは盜難、保存を考え現地の岩の下へ移して下山したのでした。石仏発見はこのとき撮った数枚の写真で確認されていたものの(写真②)、いつしかその所在箇所がわからなくなってしまい『幻の石仏』となっていました。

平成14年6月9日、上宝村で『播隆シンボジウム』が開催されることとなり、これを機に昨年の夏、28年前の発見場所を主に探索したところ、幻の石仏に再会することができました。

当石仮はさっそく村指定の重要文化財に追加され、『播隆シンポジウム』への弾みがつきました。

播隆上人をしのびつつ、原生林の中にたたずむ石仏に触れながら、山頂を目指せる日が早く来ることを願って、仲間たちと、まだ未発見の石仏の探索、ルート解明に挑んでいます。

〈播隆上人〉 越中国新川郡太田組河内村（現在の富山県上新川郡大山町河内）で生れる。少年、青年期と学問好きで、手習をしながら農家の二男として平凡な生活をしたとされるが、いつしか仏門に入り、念仏僧として寺院内に留まることなく、富山、岐阜、長野、尾張などを修業の場とした。飛驥に入った播隆は、笠ヶ岳、乗鞍岳、槍ヶ岳の開山の大事業を決意した。

# 知床半島の付け根、金山団地における群状植栽

小宮忠義（こみや ただよし） 宮城県蔵王町在住 技術士（林業）

本誌2000年2月号に、加藤昭司氏が道東地方の造林地について造成当時と現在の人工林の状況を調べて報告しています。人工林施業、天然林施業とともに技術の反省も含めて明快に紹介されている内容は、厳しい条件下における森づくりを行っていくうえで参考になることがたくさんあります。私は昭和40年ごろ知床半島の付け根、標津営林署の金山造林事業所で働き、請負造林の現場代理人であった須藤新三郎氏との協同作業に取り組みました。5月の連休まで残る積雪と、斜里岳から吹き降ろしてくるオホーツクからの寒風に耐えなければならないという厳しい気象条件の中での造林事業は、暖地では考えられない技術と臨機応変の作業のやりくりを要求されました。

またササの丈と密度の濃さには脅威を感じ、まさに「造林はササとの戦い」で、造林木がササ丈を脱するには8年も要しました。

造林成績を向上させるために昭和40年から群状植栽を取り入れました。部分的に密植とするこの植付け方式により、地拵え面積率の縮少から始まる省力化はもとより、筋刈り地拵え・列状植栽では、残し幅のササによるカブリで造林木が打ちのめされることに比べ、9本の造林木が束状になってササに対抗することで残存率を上げようとしたものでした。『改訂 図解造林技術』には群状植栽の利点として、作業面からは、①地拵え、植付け、下刈りが群に限られるため功程が上がる、②補植が不要になる、③除伐・間伐が容易になる、④自走式機械が使いやすくなる、を挙げています。また植物生態的な面では、①一般の植付けに比べ成長は変わらないか、あるいは良好な場合が多い、②風雪害など気象害や雑草木の侵入に対し抵抗性がある、③群内の内側の落枝が早くなり良質材が得られる、などを挙げています。金山団地では、樹種も気象害やササに対する抵抗性と、より密植状態での共生に適していると見られたアカエゾマツをより多く採用しました。

本誌2000年8月号には、「群状植付後33年経過したアカエゾマツ人工林の生育状況について」と題し、十勝西部森林管理署清水森林事務所の武田 武氏が「林業技術コンテスト」に発表しています。昭和38年から42年にかけて群状植栽した人工林について列状植栽の人工林と比較し、樹高成長の平均と残存率の点では群状と列状で差は認められず、気象害の緩和にかかる要

因を解明するには至らなかったとしています。作業の省力化の点では、刈払い率、下刈り回数、除伐回数が少なくて済み有利であったと報告しています。

金山団地で最も期待していたことは、厳しい気象条件の中で残存率の向上と、あの豪猛なササを群内で抑制・衰退させることでした。私は幸いにも北海道内で長く勤務することができてほぼ10年ごとに訪れています。退職後の今回は34年目になりデータを探るために時間も用意しました。同時に実行から24年目になる日高地方浦河の人工林も訪れましたので、この気象条件良好な山地の二条植栽との比較も若干含めて報告します。

標津署金山団地の林分は根室海峡から17km斜里岳に向かった山地で、標高230m、南東向きの緩斜面でクマイザサの丈は150cmで密生している箇所です。群状アカエゾマツ、列状トドマツとも昭和40年春植えで36年生。これに加えて比較したのが、少し手前の林道わきに密植したトドマツの30年生、および浦河署の2条植えしたトドマツ24年生の林分で、太平洋から23km日高山脈に入った沢奥の標高260m、南東向きの緩斜面でクマイザサの丈は110cmで密度は中程度の箇所です。

これら調査箇所の樹高分布と胸高直径の分布をグラフにしたのが図①です。残存率はそれぞれ59%，100%，80%，77%でした。群状は巣間距離が5.5m、苗間0.75mで1巣9本植えです。現在3~8本、平均5.3本が群ごとに残存し、巣数はha当たり330であることから約1,750本が残存していて十分成林途上と見える状態です。トドマツ列状は列間3m、苗1.1mです。調査は残存状態が良い列で行いましたが、かなり消えている列も見受けました。密植は1m方形



写真① 金山・アカエゾ群状内部  
(原植9本のうち5本が生育。優勢木3本。クマイザサは衰退)



写真② 金山・トドマツ列状植栽 36年生

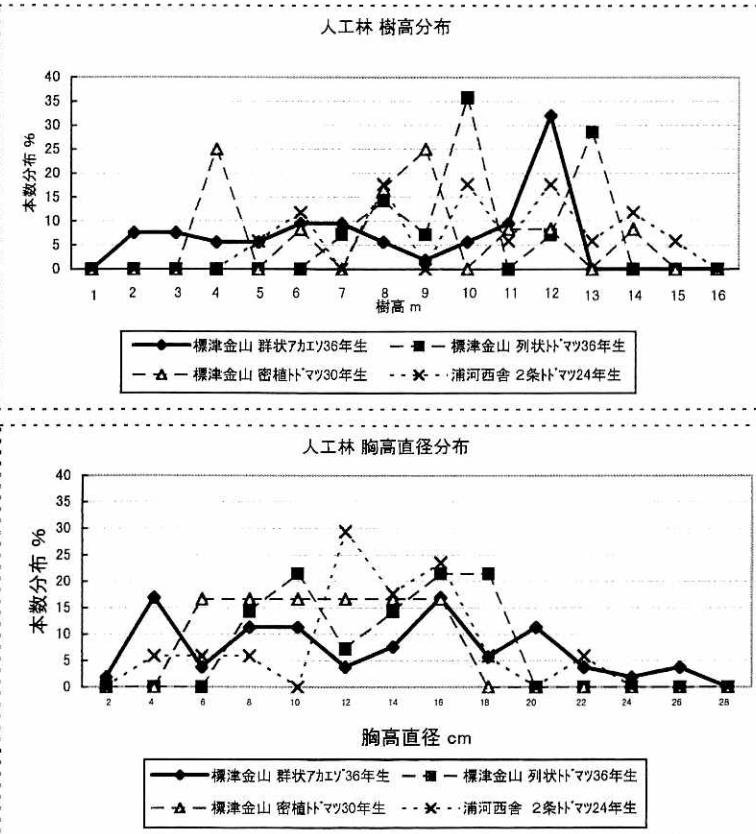


写真③ 金山・トドマツ密植 30年生

植えの小林分です。また浦河の2条植えは列間7m, 二条間1.4m, 苗間1.1mです。原植本数はそれぞれha当たり2,970本, 3,000本, 10,000本, 2,600本となります。

樹高分布を比較すると群状ではほとんどの木で優勢木が11~12mになっています。列状では連続した2本とか5本が10~13mを示しています。前者はアカエゾマツ、後者は上長成長が比較的早いトドマツであることを考慮すると、群状は木としての樹群に陽光が当たり、良好な成長を遂げていると見受けました。密植ではさすがに優勢木とおぼしきものが少ないようです。気象条件の良い浦河の2条植えでは12年若いにもかかわらず約半数が11m以上と成長しています。11m以上の木の割合はそれぞれ42%, 36%, 25%, 47%です。胸高直径では、アカエゾ群状における優勢木が本来の樹形を示し優っていて、20cm以上が21%以上となっています。トドマツは形状比が小さく、アカエゾよりは細めの木が林立している状況です。

写真①はアカエゾ群状の林内で、優勢木の肥大成長と樹群下のクマイザサの衰退状況が明らかに見えます。



図① 樹高と胸高直径の分布比較

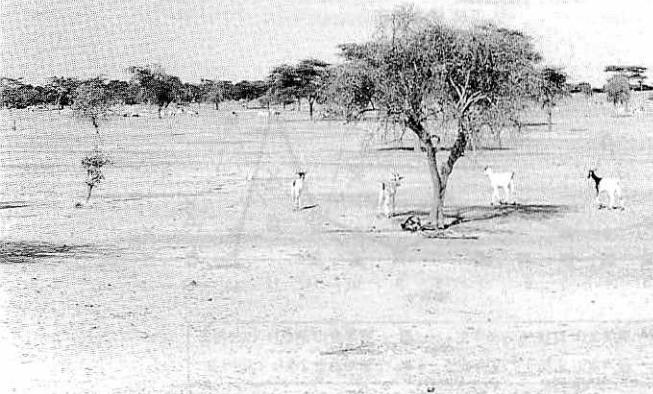
写真②と③はトドマツ列状と密植の林内であり、肥大成長よりも上長成長のほうが優先している状況が見られます。林内は一様に暗くササは衰退しています。

このような現地観察とデータから、群状では前述した植物生態的な利点の①と②が認められるしっかりした樹群を形成してきました。さらに樹群と樹群の間に天然広葉樹の小径木が介在していて、今後は林分全体として針広混交林になっていくことが予測できます。

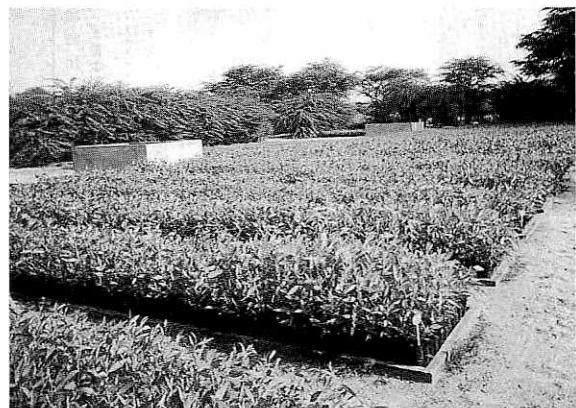
拡大造林時代は終了し、特に気象条件の厳しい環境下の造林技術としては、これから孔状面的な植込みが続いていることでしょうし、群状植栽の経験を活かしたいものです。一方、南米チリで半乾燥地の治山緑化的な造林を行い、造林木が群として育っていきやすいことを経験しました。群状植栽は対象地の条件により、9本から3本まで種々工夫でき、樹種や經營方針とも併せて検討し、持続的な森林管理に役立てていただきたいと思います。

#### 〈上記以外の参考文献〉

- 造林技術研究会編：「改訂 図解造林技術」日本林業調査会, 1982年
- 今井林業株式会社：「みどり育てて二十年」標津入山20周年記念誌, 1982年
- 小宮忠義：「トドマツ造林木幼令時の生長過程の解析」帯広營林局業務研究発表会論文集, 1966年

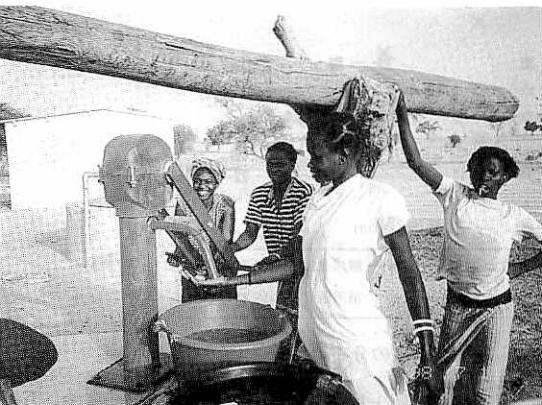


▲サヘルの様子



▶育苗園の様子

▼住民の水くみの様子（ハンドポンプ）



など）は、ハード（地下ダム）の「余録」にすぎなかつたのではない、という点である。「実験」や「事業」を「させてもらうお礼として」の援助の構図であり、「事業実施への協力の謝礼」としての「労賃」「食糧援助」を含めて、こうした構図は技術志向の案件ではしばしば見受けられる。

実験を行う側は、「実験を行ったい」という動機に基づいて適地を途上国に見いだす。現場の選定規準は実験に適する物理的な条件がそろっているかどうかであり、その地域の人々がどのような生活をしているか、ではない（もちろん人々の生活条件が適地探しの条件の一つになっている場合はある）。

「償い」ならば、彼らはすでに何らかの対価を払っていることになるのだから、こちらから一方的に与えるだけでいい。しかし開発「援助」であればその目的はあくまで長期的な生活の改善にある。そして最近の援助業界では、安易な資源供与によって外部者への依存心を高めると、地元の人々の自主的開発への力が失われてしまふ自立性、持続性を損なわないような資源投入することが重要だ

これは「社会林業」の対象地域選びでも同様で、まず植林の可能性のある所が「モデル地域」に選ばれるのである。このように「こちら側の都合」で選んでいることを実験者側は自覚しており、そこに何らかの「負い目」を感じている。実験者は、実験者の良心と言うべきであろう。地球環境のために地域住民を追い出してモデル植林をするときや、太陽光発電実験のためにソーラーパネルを設置してモデル電化村とするときにも同様の「負い目」が発生する。こうした負い目に基づいて現地の人々に何らかの「償い」をすること自体は悪いことではない。ただ、それを「援助」と混同することが問題なのだ。

それでは、「実験」と「援助」は両立しないのか。人々の生活圏に立ち入るときには純粹な「実験」は不可能だと認識し、初めから人々とともにできる実験を設計するというのも一つの解決策であろう。あるいはまた、実験を先進国主導で設計すること、それゆえ「償」は不可避としても、補償を単に地元住民の欲心を買うためではなく、彼らの自立心、持続性を損なわない形で開発のボテンシャルを高めるような方向で行う（実験メンバーに社会開発の専門家を含めるなどして）ことも可能であろう。いずれにせよ人々の生活圏で行われる実験の場合、第一に考えられるべきは構造物の持続性や実験データの正確さではなく、そこに住む人々の生活の改善なのではないだろうか。

# 技術は役に立つのか?

## 開発援助における技術と社会

### 第八回 実験と援助

アジア経済研究所 経済協力研究部 主任研究員

佐藤 寛  
さとうひろし

技術開発に実験は付き物である。実験の繰り返しによって新たな技術が生まれ、実証され、利用可能なものになっていく。さて、その実験が実験室や人里離れた実験圃で行われているかぎり「人為性」を排除し「科学性」をひたすら追求していくことに問題はない。しかし、熱帯雨林や乾燥地の砂漠化防止等に関連する技術の場合、気候条件や土壤、水文学的条件が異なる先進国では実験ができないことが多く、技術者は途上国の人々の生活圏の中に出かけて実験を始めることになり、さまざまな人為的な要素が実験に紛れ込んでくる。

● 砂漠化対策地下ダム実験  
ある先進国が西アフリカで砂漠化防止対策のための実験を行った。サヘル地域（サハラ砂漠の南側）に位置し、絶えず砂漠化と干ばつの危険にさらされている村にワジ（涸れ川）を利用した地下ダムを建設し、その効果に関する諸データ

を集積することで砂漠化防止対策の実用可能性を高めようという実験である。この「モデル事業」の対象地域に住む人々は三千人、彼らがこの実験からさまざまな影響を受けることになる。

モデル事業では、単に構造物を造つてデータを収集することに専念するといった「非人間的な」事業だけではなく、地下ダムの便益を地域の人々が最大限に活用してよりよい生活を営むことができるようさまざまな工夫をする「人間的な」事業も行われている。

まず第一に、伏流水を地下ダムでせき止めることになるので下流域の人々に被害が及ばないよう、太陽光発電を利用した揚水泵ポンプを設置して水道を引き、人々と家畜のための水場を建設した。また、地下ダムの上流域では小規模地表

● 人々を巻き込む実験  
地中を設置して地下水涵養に資するとともに、この水を用いた野菜栽培や漁業なども試みられている。

指摘される第一の点は、実際に行われた「援助」（地表ダム、ハンドポンプ、太陽熱揚水、水道施設

さらに、同地域にはこの「実験」がきっかけとなって別途日本の援助で飲料用ハンドポンプや製粉所が設置されているし、日本人も関係するNGOによって大口径井戸の建設も行われた。こうして二〇〇〇年にこの村を襲った干ばつ時には、これら諸援助の複合的効果とNGOによる緊急食糧援助のおかげで、対象村の人々は一世帯も離村することなく持ちこたえることができた。村人たちはこのことで「モデル事業」に対する感謝の念を強めているという。もちろん、地下ダムに関する技術的なデータの集積は着実に進んでいる。

それでは、このモデル事業は「実験」としてもうまくいっており、が「実験」の目的であったとするならば、改善すべき問題は多いと言わざるを得ない（事業の当事者たちもこの点には気づいており、改善のための方策をすでに開始している）。

# パソコンよるす話

## 〈第10回〉

### [PCのビデオカードの話]

#### 佐野真琴

森林総合研究所企画調整部企画科企画室長

#### 【はじまり】

明けましておめでとうございます。本年もおつきあいのほどよろしくお願ひいたします。新年となったことから、これまでと同じような内容でも目新しいパターンで書こうかと思ったのですが、思いつく頭もなく本年も毎度おなじみの形でやらせていただきたいと思います。

さて、新年になってまず受け取るもののは、新聞と年賀状ではないでしょうか。新聞は数日分の休みを取り繕うべく付録(?)が大量に付いていますが、私としては読むところが少なく、多くの紙面はただ眺めるだけとなってしまいます。これに対し年賀状は、親戚や友人知人の最近の状況が把握できることもあり、楽しく目を通す(やはり眺めるだけかもしれません)ことができます。ところでこの年賀状、皆さんはどのように作成していますか?昔は、年賀状の表書きは自分が手書きで(奥様にやっていただいている方も多いようですが)、裏書きは印刷屋さんが用意している見本から自分の好みのデザインを選び印刷屋さんにお願いするというパターンが多かったのではないかでしょうか。最近はこのようなパターンの方はだんだんと減ってきて、PCで年賀状作成を行っている

という方が多くなってきているでしょう。いつごろこのようなソフトが出現したか記憶は定かではありませんが、大変急速に普及してきたものと思われます。このソフトは、最初雑誌やプリンターのオマケで付いてくるものもありましたし、毎年バージョンアップして最近ではいわゆる定番ソフトと言われるまでになったものまでたくさんの種類があります。このため、PC雑誌の12月号あたりには年賀状作成ソフトの比較などを行う特集が組まれることも多いようです。このソフトを利用すると、表書きは住所録を作っておきさえすれば郵便番号や住所・宛先などを所定の場所に自動的に印刷してくれますし、裏書きも自分の撮ったデジカメの画像やPC雑誌のCD-ROMに付いてくるオマケ画像を利用し、それなりにオリジナルできれいなものが作成できます。これは、ソフトが使いやすくなつたこともありますが、最近の家庭用プリンター、つまりインクジェットプリンターの性能の向上が著しいためでもあります。ただし、HDと同じようにプリンターの性能が向上したからといって価格が高くなるということはありませんから大変うれしいことです。このソフトで私も年賀状を作っていますが、裏書きにはひと言でも実筆

で何かの文章を入れたいものだと思っています(これがなかなかできないのですが)。

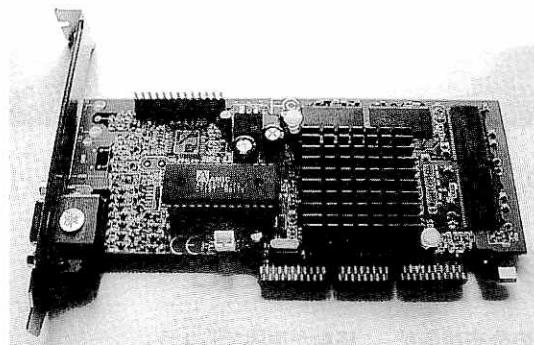
#### 【ビデオカード】

今回はビデオカードの話をしたいと思います(写真①)。ビデオカードというと何かビデオデッキやビデオテープと関係がありそうな言葉に聞こえますが、以前にお話ししたように、これはCPUから出力された信号をディスプレイに表示するための部品です。このカードには画像出力に特化したビデオチップというものが搭載されていて、さまざまなメーカーがこのチップの開発にしのぎを削っています。現在代表的なチップとしては、NVIDIA社のGeForce 2 MX 400、GeForce 3やMatrox社のMillennium G 550などがあります。

NVIDIA社のチップは広くさまざまなメーカーに供給されていますから、それらのメーカーからこのチップを使ったビデオボードが販売され多くの種類がありますが、Matrox社のチップは他社には供給されておらず、Matrox社のチップを使ったビデオボードはMatrox社のみから販売されています。それぞれ会社の方針とはいえ、何か不思議な感じがしますね。

ビデオカードの性能は主にビデオチップの性能と搭載ビデオメモリの量に関係しますが、その性能を表す指標として、最大表示解像度や最大同時発色数、リフレッシュレートなどがあります。最大表示解像度は文字どおり、どのくらいの大きさのものを表示できるかということで、昔はVGA(640×480ドット)、XGA(1,024×768ドット)、SXGA(1,280×1,024ドット)等の規格がありましたが、最近ではさらに大き

写真① GeForce MX 200  
搭載のビデオカード



なサイズも表示できるようになり、このような呼び方を使用する機会も減ってきています。最大同時発色数も文字どおり何色表示できるかというものが、最近のものはフルカラーと言われる 16,777,216 色同時表示が常識となっています。リフレッシュレートとは、ディスプレイに表示される画面全体がディスプレイ上で更新される割合のこと、Hz(ヘルツ)という単位で表現されます。例えば、リフレッシュレートが 80 Hz と言えば、1 秒間に画面が 80 回更新されるということです(一般に 75 Hz 以上のリフレッシュレートをフリッカーフリーという)。これらの指標は最近は数値的に多くのビデオカードで満足のいくものとなっており、PC 雑誌等のビデオボードの製品比較には、いわゆるベンチマークテスト(テスト用ソフトを実行し、処理完了までの時間を計測する)の 2 口(平面)、3 口(立体)画像の表示結果から性能を把握することが多くなっています。このテストに興味のある方は、以前に紹介した HP 「窓の森」や「Vector」などのサイトにありますから試してみてはいかがでしょうか。

M/B とビデオボードの接続は、AGP という規格のバスを使用し接続します。この規格は、Intel 社が発表したビデオカードとメインメモリ間のデータ伝送路の規格で、ゲームなど 3 口表示を高速に動かさなければならぬという要求から生まれたものです。AGP 出現前は PCI バスを通じて行っていました。バス幅は 32 ビットで、転送速度は 266 MB/s の通常モード、533 MB/s の 2 倍転送モード(AGP 2x)、1.06 GB/s の 4 倍転送モード(AGP 4x)の 3 種類が規格化されています。

## ■ 研究室の 98

私が入ってから研究室で購入した PC は、DOS/V 出現まで NEC の PC-98 シリーズばかりでした。なぜなら、多くのアプリケーションを扱える PC は、98 しかなかったのです。このような状況を作り出した要因には多くのことが考えられます。前回、書きましたが、OS として MS-DOS が採用されたこと、それをアプリケーションメーカーに配布しサブライセンス料を徴収しなかったこと、漢字などの 2 バイト文字の表示を意識し画像表示サイズを大きく取ったこと、さらにはワープロソフト「一太郎」というキラーアプリケーションが販売されたこと、などです。

研究室にすでにあった 98 シリーズは、NEC 製インテル互換 CPU である V30 を載せた VM21 だったと記憶しています。この PC により、私は MS-DOS なるものを少しずつ理解し、ワープロ、表計算ソフトなどの各種ソフトを利用し始めました。今では、マイクロソフト Excel などにより、簡単に表計算や図の作成ができますが、そのころはマイクロソフトのマルチプランで表計算を行い、MS チャートで作図を行うというのが一般的でした(この後、一時一世を風靡し Windows 時代には影を潜めたロータス 123 が入ってきました)。MS チャートには、出力機器として XY プロッタが利用できましたから、今の

ページプリンタでの出力とは比べものになりませんが、カラーでグラフを書くことができ、これで大変満足していたのでした。この後、購入したのがインテル製 32 ビット CPU である 80386 を搭載した RA2 でした。研究室としては、この PC は画像解析を行うために購入したもので、大変高額な(PC の 10 倍以上の値段でした)周辺機器としてハードウェアで画像解析を行う装置やドラム形式のスキャナがつながっていました。マシン自体は、OS である MS-DOS がハードウェアに追いついておらず(?) CPU 本来の性能は発揮できない状況にあったのでした。この PC には画像データを保存するため大容量の記憶装置、当時最先端だった SCSI の HD が装備していました。本来画像解析を行うために購入した PC でしたが、これで私は HD に触ることができたのです。

## ■ おしまい

冬になると、なぜかわが家の PC のファンの音が大変大きくなります。今年は電源を入れ替えたので(電源にファンが付いています)、安心していたのですが最近なぜか発症しました。寒くなるとちょっと動きが悪くなるのは人間も機械も同じなのですね。

筆者 E-mail  
masakoto@ffpri.affrc.go.jp

## 浜口哲一の5時からセミナー

10

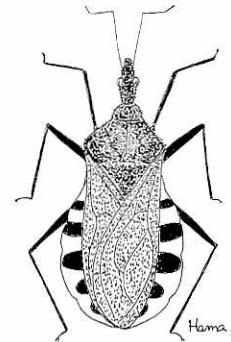
## 新参昆虫と温暖化

前回は、クマゼミの分布が広がってきてることを紹介しましたが、近年になって分布拡大、それも緯度的に北上傾向の見られる昆虫には多くの種類があります。

私自身の経験の中では、ヒメダマキモドキというキリギリスの仲間を東京都大田区の埋立地で観察したことがあります。たまたま、木の枝にとまって羽化しているところを見つけたのですが、見慣れぬ虫の姿に、最初は種類の判断に迷わされたものでした。この種は、伊豆半島が東限とされていましたが、その後大磯町、平塚市など湘南地域でも相当数の生息が確認され、南関東への定着が確実になってきています。この種の場合、湘南については、虫自体の移動力による自然な分布拡大と考えられないことはないのですが、少なくとも大田区の例は、植木に付いての

移動が原因でしょう。

また、神奈川県で急速に身近な存在になった虫に、ヨコヅナサシガメという大型のカメムシがあります。この種類は、明治時代に中国から長崎県に渡来した帰化昆虫と考えられており、西日本に分布が限られていきました。ところが近年、東に広がり、関東地方でも記録されるようになりました。神奈川県で発見されたのは1990年代に入ってからのことで、平塚市では1998年に初めて記録されました。幼虫が越冬場所として、サクラの大木の樹皮の割れ目を好む性質があり、古くからのサクラの名所でよく見つかるのですが、最近の平塚では都市公園のクロマツとか、河川敷のエノキとかさまざまな環境で観察されています。この虫の場合、活発に飛び回ることは考えられないでの、どうやって分布を広げてい



▲ヨコヅナサシガメ／筆者画

るのか、人間の力がどのくらい加わっているのか、興味が持たれるところです。

神奈川県では、近年分布を広げている種類として、クロコノマチヨウ・ツマグロヒョウモン・ムラサキツバメ・ナガサキアゲハなどのチョウ類も挙げられます、それらに共通した特徴は南方系の種類であるということです。

こうした昆虫について、マスコミからの問い合わせをときどきもらうのですが、取材の最後に決まったように、「これは地球温暖化の影響と考えてよいのですね」と念を押されます。そうしたニュアンスで記事にしたいということなのですが、私の答えはとんでも歯切れが悪くなります。それは温暖化の影響とひと口で言ってしまうに

統計による  
日本の林業

## 合併が進む森林組合の状況

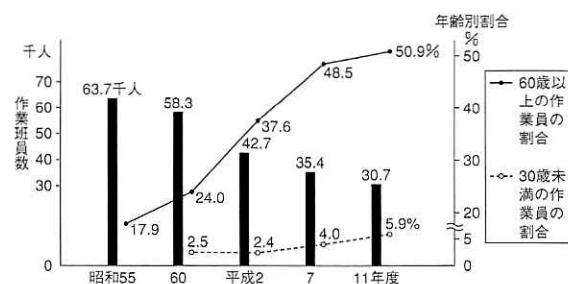
森林所有者の協同組織である森林組合は、組合員のためにする森林の経営の指導、森林施業の受託、林産物の生産・販売・加工等、幅

広い事業を行っている。

平成12年3月末時点の設立組合数は1,254、組合員数は168万人（地区内森林の森林所有者数の

49%に相当）、組合員が所有する森林面積は1,131万ha（地区内の都道府県有林を除く民有林面積の72%に相当）となっている。

▼森林組合の作業班員の数と年齢別の割合

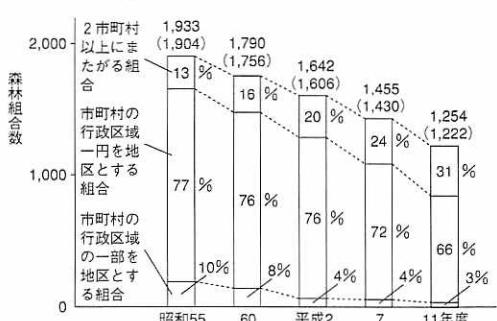


資料：森林組合統計

注：1 「森林組合調査票」提出のあった森林組合についての数値。

2 昭和55年度は、調査された年齢別階層区分が異なるため、30歳未満の数値は不詳。

▼森林組合の地区の範囲別組合数



資料：森林組合統計

注：1 森林組合数の上段括弧は、各年度末時点で設立されている組合数。下段（）書は、調査票提出組合数（内数）。

2 地区の範囲別組合数の割合(%)は、調査票提出組合数に対する割合。

は、確かめておかねばならないことが数多く残されているからです。

まず、それぞれの分布拡大が昆虫自身の移動能力によるものか、それとも人為的な要因が関与しているかという問題があります。人為的な要因といつても、植木について運ばれるといった偶然の場合のほかに、特にチョウのように飼育する人の多い虫では、だれかが意図的に放したケースも想定する必要があります。

移動に何らかの人為的な要因が加わっていたとしても、それが定着するには気候的な条件が必要ですから、そこに温暖化の影響があるという解釈は十分に可能です。ただし、温暖化といっても、地球規模の温暖化と、都市部のヒートアイランド現象は区別してとらえねばならないでしょう。このように、さまざまな要因の複雑に入り組んだ現象を、きちんと説明するのはなかなか困難ですが、一つ一つの種についてこまめに情報を蓄積していくことが、解釈の手がかりを与えてくれることは間違いないことでしょう。

浜口哲一（はまぐち てついち）  
／平塚市博物館学芸員

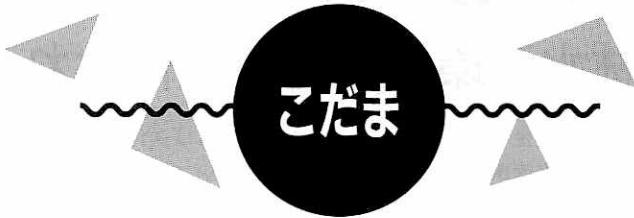
平成11年度には、民有林における新植の86%、間伐の73%が森林組合によって行われており、森林組合は森林整備の実行に中心的な役割を果たしていると言える。

こうした造林・保育や素材生産を行う作業班は996組合に設置され、作業班員数は31千人（1組合あたり平均31人）となっている。年齢別には、60歳以上が半数を占め、高齢化が進んでいる一方で、30歳未満の占める割合も徐々にであるが増加の傾向が見られる。

森林組合には、自己資本の充実、事業量の安定的確保など経営基盤を強化することが求められており、広域合併が進められている。

新たな林政の中では、地域における森林施業の共同化、施業・経営を担っていく経営体・事業体の育成等が課題となっている。森林組合においても、地域の森林所有者等から一層の信頼を得て、施業や経営を安心して任せられる引き受け手としての役割を果たすことが期待される。

## 最近思つこと



今から約20年前、私がまだ学生であったころ、林学の理論や技術を学びながら、「林業は純粋に産業として生き残れるのか」、「国有林は独立採算制で經營を続けていけるのか」といった素朴な疑問というか漠とした心もとなさを感じていた。一方、自然の恵みを基本とした産業という観点からは、いずれ林業の時代が来るのではといった懐もしさも同時に感じていた。考えてみれば、このような何ともとらえどころのないところが、私にとっての林学もしくは林業の魅力であったような気がする。

それから、あっという間に年月は過ぎ、当時と比較してみると状況は大きな変貌を遂げている。林業が純粋な産業として成り立ち難い状況はよりはっきりとしてくる一方で、林業総生産の増大等を政策の目標とした林業基本法は、森林の多面的機能の持続的発揮を第一とする新基本法へと改正された。国有林も抜本的改革の歩みを進めている。また、地球温暖化防止対策として、森林の二酸化炭素吸収源としての役割が定量的に国際ルールの中に組み込まれるなどということは、20年前には夢にも考えていなかった。

行政の中に身を置き、日々の仕事に四苦八苦している中ではあるが、立ち止まって考えてみると、基本理念は学生時代に抱いていた漠とした心もとなさに、答えを出す方向に動いてきたと感じている。

だが、わが身を省みて、果たしてこういった理念を具体化していく林業技術が備わっているのかと考えれば、自信がない。林業総生産の増大といった単純明快な目標の下で技術とは異なり、多岐にわたる分野で地道な技術的積み上げと総合化が、今後の技術にはますます必要とされてくるように思う。

一層、林学（この言葉も時代遅れのようではあるが）や林業のとらえどころのなさは広がった觀があるが、それが魅力と受け止めつつ、一步でも前に進むことが必要と考える今日このごろである。

(N)

(この欄は編集委員が担当しています)

## 農林水産環境展2001開催される

“自然との共生を目指して”と題された農林水産環境展2001が、昨年の11月28日から30日にかけて、日本コンベンションセンター（幕張メッセ）展示ホール8を会場として開催され盛況だった（写真①）。

日林協も主催者に名を連ねる催しだが、出展企業も多く、各社の対応もていねいだ。実物あるいは模型を見ながら、その場で興味深い点を質問できるし、また、同じ関心のある人たちが同じ展示に集まるので、わきから説明を聞いているだけでも参考になることが多い。炭化炉については残念ながら実物の出展が見当たらなかったものの、資料請求欄に送り先・氏名

を記入すれば送付してくれるのはありがたい。ついつい資料をもらいかがちなので、帰りの荷物が非常に重くなってしまうからだ。

出展は、圧倒的にリサイクル関連のものが多く、タイトルどおり自然との共生を目指した工夫・成果が披露されていた。

また、“河川環境展2001”“ウェステック2001”なども同時開催され、これらは展示ホールが異なるものの会場内通路で行き来ができるようになっていて、併せて見学することができた。写真に示したような大展示場を二つ、三つと見学できるのはありがたいが、足腰にきた人が多かったのではないかだろうか。



▲写真① 会場風景

郷土自慢の野菜や漬物の販売コーナーあり、疲れた人たちのための軽飲食コーナーあり、ネット上で情報検索とはひと味違ったお祭り性・ふれあい要素のある催しと言えそうだ。

一方、メッセとは別会場になるのだが、“第2回農林水産シンポジウム”が併催された。各関連団体等が主催するいくつかのシンポジウムがあり、例えば、(社)海と諸環境美化推進機構が主催した「農畜水林の連携による水環境保全の推進について」（写真②）では、北

**本の紹介**

小澤今朝芳追悼文集編集委員会 編  
**幾山河**  
 小澤今朝芳追悼文集

取扱所：日本林業調査会  
 〒162-0845 新宿区市谷本村町3-26 ホワイトビル4F  
 ☎ 03-3269-3911 FAX 03-3268-5261  
 2001年10月発行 A5判、131頁  
 (非売品：切手310円分で頒布可)

おざわけ さよし  
**小澤今朝芳さん**と言っても今では知らない人のほうが多い。将来を嘱望されながら45歳の働き盛りに通勤途上の事故で歩行困難となり、第一線から退くことになってしまった林野庁のエリート技術者だ。99年春、81歳で没したまさしく“過去”的な人物である。しかし、この追悼文集は、友人、後輩たちによる小澤さんの人となりを物語りながら、国有林経営の今に至る経緯、あり方、さらに身障者にな

った後の生き様など、種々の面で今日的意味を投げかけてくれるものとなっている。

氏は、かつて森林経理学無用論をひつ提げ森林経理学論争を展開、また、国有林経営合理化作業の一環として国有林生産力増強計画（林増計画）の骨子を作った人として知られた。それだけではなく、50年代初頭に今で言う大面積（133ha）のモニタリング試験地（神居古潭施業指標林）を造成、直径7cm

上のすべての個体（計5万本）に番号を付し、樹種を同定するなど、森林の生態を基にした施業の重要性を早くから認識していて、画一的な森林施業の問題点も把握されていた。こうした逸話も記されている。全林野労組分裂に向けた臨時大会の席上、定員内外のすべての者が一体となって国有林経営にあたるべきだと真っ向から反対論を述べられた。

このように小澤さんは広い視野、長期的展望の下で物事を判断されていたようだ。ここには小澤さん自らが78年に記した“続・語りつぐ戦後林政史”が再掲されている。



## 林政拾遺抄

# 大径材生産

大農学部長の太田原高昭氏による「循環型社会の形成—特に農畜水林の連携への期待」と題する基調講演とパネルディスカッションがあり、掘り下げる議論の場となっていた。太田原氏は、産業界も縦割りであったこと、自分たちの視野から問題が見えなくなれば“解決”と思い込んでいたが、そうではなかったことなどを述べた。農・畜・水・林と産業分野が掲げられた意図が、ジワリと伝わってくるようだった。

(普及部編集室／吉田 功)

林増計画の構想、検討経過、実施、木材増産計画への転換、そして結びには反省と総括があり、これらは現役諸氏も大いに啓発される内容だろう。

また、本書にはこんな上司の下で仕事ができて幸せだったという文であふれている。そこには仕事ができるだけでなく面倒見のいい、あるべき上司の姿が醸し出されている。さらに、今日の国有林経営の礎となった経営計画を取り巻く状況と、高度経済成長に向かう前とその最中の経緯を秋山元長官ら往年の駿才たちが回顧録風にまとめられ、貴重な林政史的資料にもなっている。あの事故がなかったならば、もしかすると今ある国有林も違った形になっていたかもしれないという思いを抱かせる、非売品ではあるが、取り寄せて読むに値する本である。

(森林総合研究所／佐藤 明)

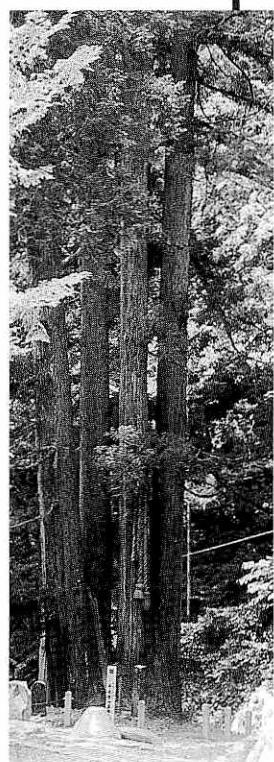
維持・保護するための大径材の確保策を取り上げている。

以上は大径材に関する最近行われた二つの研究会での動向であるが、この面での関心はこれから一層の深さを増していくと思われる。今、林野庁が熱心に取り組んでいる「巨木100選」などの大径材の保護策もその関心の現れであろう。願わくば、この「大径材づくり」の運動をこれから里山づくりの一つの大核として位置づけてほしいものである。針・広葉樹を含む大径材の生産地として、里山は最適と考えるからである。

(筒井迪夫)

岐阜県千光寺の樹魂碑（写真①）と  
巨木（写真②）

▼写真①



注) 文中「太径」は木造建築研究フォーラムの用語。大径の意。

## 研究報告第13号

2001年3月 三重県科学技術振興センター林業  
技術センター

(論文)

- 石川県出雲廃坑群におけるキクガシラコウモリ個体群の研究 佐野 明

## 研究報告29号

平成13年5月 山形県森林研究研修センター

- ナラ類集団枯損林分の特性と分離菌の病原性  
一分離菌の接種による枯損の再現 三浦直美・齋藤正一・三河孝一・  
小野瀬浩司・中村人史・森川東太  
□ナラ類集団枯損被害立木へのくん蒸剤注入による  
カシノナガキクイムシとナラ菌の防除法の改良 齋藤正一・中村人史・三浦直美  
□背割りしたスギ丸太の乾燥特性と強度性能 後藤 徹・高橋幹夫  
□ナラ菌の接種によるミズナラの枯損 三河孝一・三浦直美・齋藤正一・  
小野瀬浩司・中村人史

## 平成12年度業務報告

平成13年6月 奈良県森林技術センター

- 機械化作業システムに適合した森林施業法の開発 山下俊二・江口 篤・生澤起一  
□急傾斜地における乗用型モノレールに関する調査 山下俊二・江口 篤・生澤起一  
□炭素窯の改良 生澤起一  
□大和川流域森林の公益的機能増進のための調査 江口 篤・生澤起一・渡辺和夫  
□畑ワサビに関する研究 倉谷幸作  
□薬用きのこの栽培技術の確立 渡辺和夫・小畠 靖・長谷川美奈・  
河合昌孝・倉谷幸作  
□菌根性きのこの安定生産技術の開発 河合昌孝・長谷川美奈  
□きのこ新品種の開発 小畠 靖・長谷川美奈・河合昌孝

## □菌根性きの人工接種モデル事業

- 河合昌孝・長谷川美奈・倉谷幸作・渡辺和夫  
□樹木生理的手法を用いた枝打ち技術の確立 上田正文・和田美明

- 幹材の形質をコントロールするための密度管理技術の確立 和田美明・上田正文

- 低コスト育林システムの開発に関する調査 上田正文・和田美明

- 地域材を利用した高信頼性構造用材の開発 一スギLVLを用いた多機能木質継手の実用化一 中田欣作・杉本英明・和田 博・  
増田勝則・満名香織

- 地域産材の低コスト乾燥技術の開発 小野広治・寺西康浩

- 高周波加熱併用乾燥の実用化試験 寺西康浩・小野広治・大前善則

- 県産材面材料の品質性能向上に関する研究 小野広治・寺西康浩・大前善則

- 風害木の材質調査 杉本英明・中田欣作

- 野外ばくろ試験による集成材の接着耐候性評価技術の確立 満名香織・和田 博・中田欣作・増田勝則

- 表面処理金属を用いた接着接合によるスギ小径材  
合わせ梁簡易工法(CLCS工法)の開発 和田 博・満名香織・増田勝則・中田欣作

- 木質軽量体の物性向上に関する研究 増田勝則・和田 博・満名香織

- 地域産材による高耐久性新素材の開発 一 热压ロール法による木材表面の改質技術の確立  
伊藤貴文・安武温子

- 地域産材による高耐久性新素材の開発 一 圧縮法を導入した薬剤注入法による材質の改良  
安武温子・伊藤貴文

- 拡散処理法による面材料の寸法安定化 岩本頼子・伊藤貴文・安武温子

- 化学修飾法による高耐久性部材の開発 一 薬剤の注入率が寸法安定性に及ぼす影響  
伊藤貴文・安武温子・岩本頼子

三重県科学技術振興センター林業研究部（三重県科学技術振興センター林業技術センターは2001年4月1日付で名称が  
変わりました） 〒515-2602 一志郡白山町二本木3769-1 TEL.059-262-5352 FAX.059-262-0960  
山形県森林研究研修センター 〒991-0041 寒河江市寒河江丙2707 TEL.0237-84-4301 FAX.0237-86-9377  
奈良県森林技術センター 〒635-0133 高市郡高取町 TEL.0744-52-2380 FAX.0744-52-4400

★ここに紹介する資料は市販されていないものです。必要な方は発行所へお問い合わせくださいとお願いいたします。

# 林業関係行事一覧

1月

区分	行事名	期間	主催団体/会場/行事内容等
全国	新宮様ご誕生記念「子どもたちの未来の森」(ロイヤルフォレスト21)	開催中～3月末日	CCC自然・文化創造会議／工場（群馬県前橋市元総社町1127-1 ☎ 027-235-0299）／全国の西武百貨店（25店舗）、本田技研工業等で苗木、またはドングリを無償配布。全国5～10カ所の植林と植林後の整備のため「緑の募金」を呼びかける。

2月

区分	行事名	期間	主催団体/会場/行事内容等
全国	第36回林業関係広報誌コンクール	実施中～5.30	(社)全国林業改良普及協会（東京都港区赤坂1-9-13三会堂ビル ☎ 03-3584-6639）／各都道府県または林業団体、森林組合、林研グループ等、森林管理局（分局）、森林管理署が年2回以上発行する林業情報の定期刊行物を対象としてコンクールを実施。
東京	第35回林業技術シンポジウム	2.7	全国林業試験研究機関協議会（愛媛県上浮穴郡久万町菅生280-38 愛媛県林業試験場内 ☎ 0892-21-2266）／イノホール（東京都千代田区内幸町2-1-1）／「木質資源の循環型利用を目指して一本のゼロエミッション」をテーマとして、会員である公立試験研究機関が研究成果を発表、討論を行う。
各地域	木材を活用した学校施設に関する講習会	①2.7～8 ②2.14～15 ③2.18～19	文部科学省（東京都千代田区霞が関3-2-2 ☎ 03-5253-4111）／①宮城県②宮崎県③兵庫県、詳細は主催者にお問い合わせください。／地方公共団体等の関係者を対象とした学校施設への木材使用に関する講習会。
広島	第7回森林と市民を結ぶ全国の集い	2.9～11	(社)国土緑化推進機構（東京都千代田区平河町2-7-5 ☎ 03-3262-8457）・第7回森林と市民を結ぶ全国の集い実行委員会（広島市中区小町2-28-703（㈱パブリックス内 ☎ 082-248-3567）／東広島市中央公民館、西条グランドホテル／「新世紀 森林づくり・地域づくり・人づくりへよりよきかかわりを求めて」をテーマに市民、行政、大学、関係企業・団体等が一緒になって考え行動する集い。基調講演、パネルディスカッション、ワークショップ等。
東京	森林・木質資源利用先端技術推進協議会シンポジウム「どうする！木質系廃棄物」	2.15	森林・木質資源利用先端技術推進協議会（東京都中央区八丁堀3-5-8 京橋第2長岡ビル ☎ 03-3206-3046）／江東区深川木材会館／木材の循環利用を確立するために必要な廃材のあり方と可能性について解説・提言を行う。
〃	「田部井淳子さんの緑の地球大紀行」－エベレストから見る21世紀の地球環境－	2.26	闇ニッセイ緑の財團（東京都千代田区有楽町1-1-1 ☎ 03-3501-9203）／日本生命日比谷ビル7F国際ホール／登山家である田部井淳子さんによる、エベレストの深刻な環境汚染の実態説明と、「豊かさの代償と責任とは何か？」また、「私たち一人一人の生き方」についての講演。
千葉	第24回全国優良ツキ板展示大会	2.26～28	全国天然木化粧合板工業協同組合連合会（東京都港区西新橋2-13-7 ☎ 03-3501-4021）／日本コンベンションセンター幕張メッセ10～11ホール／内外天然木ツキ板、約1,000点を出品。審査・表彰また入札を行う。

# 国産牛肉を安心してお召し上がり下さい。

厚生労働省と農林水産省は自治体と協力して、BSE（いわゆる狂牛病）に感染した牛の肉等が市場や店頭に出まわることがないよう、次のようなBSE対策を講じています。

●全国の畜場において、諸外国でも例がない食肉処理を行うすべての牛を対象にしたBSEスクリーニング検査を実施し、検査に合格した肉等のみが出荷されます。

●農場においては、飼育される牛を検査し、BSEが疑われる牛は検査の上、すべて焼却します。

●さらに、BSE感染の有無にかかわらず、脳・せき臍・眼や回腸部位を除去し、焼却しています。

BSEの検査  
農場での対策  
飼料の安全確保

●BSEの感染源とされる牛を原料とする肉骨粉について輸入、製造及び出荷を禁止し、今後は牛がエサとして肉骨粉を食べることはなくなりました。

さらに詳しい情報は、厚生労働省、農林水産省のホームページをご覧下さい。

厚生労働省 (<http://www.mhlw.go.jp>) 農林水産省 (<http://www.maff.go.jp>)

発行者：財団法人 日本食肉消費総合センター  
TEL:03-3584-0291 FAX:03-3584-6865  
社団法人 全国牛乳普及協会  
TEL:03-3262-7181 FAX:03-3262-7180

後援：農畜産業振興事業団  
TEL:03-3583-8562 FAX:03-3584-1246

# 謹賀新年 平成14年元旦 社団法人日本林業技術協会

理事長 弘中義夫 専務理事 根橋達三 常務理事 鈴木宏治

理事	赤井龍男	甘利敬正	池谷キワ子	太田昭彦	太田猛彦	小沢操
	勝田 権	黒木隆年	木平勇吉	阪元兵三	佐々木恵彦	下山晴平
	田中義昭	筒井迪夫	難波宣士	林久晴	林弘	半田勉
	平井孝司	福島康記	真柴孝司	的場紀壹	真宮靖治	南方康
	茂木博	森田稻子	山本博司	渡辺宏	安養寺紀幸	喜多弘
	中易紘一					

監事 山口夏郎 小沼順一

顧問 三澤毅 大貫仁人 福森友久 鈴木郁雄

坂口勝美 松井光瑠 小林富士雄 小畠俊吉

職員一同

●支部長の皆様へ…「第48回林業技術賞(締切:3月31日予定)」「第48回林業技術コンテスト(締切:4月20日予定)」推薦のご準備をお願いいたします。●大学支部長の皆様へ…「第13回学生林業技術研究論文コンテスト(締切:3月15日予定)」推薦のご準備をお願いいたします。●研究意欲をお持ちの会員の皆様へ…

「第6回日林協学術研究奨励金(締切:2月末日)」のテーマを募集中です。詳細は本誌先月(12月)号をご参照ください。●撮影腕自慢の皆様(会員以外の方も可)へ…「第49回森林・林業写真コンクール(締切:2月28日)」の作品を募集中です。募集要綱に大幅な変更がありますので、本誌10月号をご参照ください。

会員の皆様には、本年もどうぞよろしくお願い申し上げます。

ここで、日ごろから豊富なご経験をもとに、幅広い視野からのご意見をいただいております本誌編集委員の皆様を、ご紹介いたします。

(あいうえお順・敬称略)

金指あや子 森林総合研究所  
茂田和彦 國土緑化推進機構  
杉浦孝藏 東京農業大学  
樋口靖男 東京都  
平川泰彦 森林総合研究所  
福田健二 東京大学  
松本哲生 日本製紙株式会社  
松本光朗 森林総合研究所

また、林野庁からは、

(敬称略)

林政部木材課 佐藤雄一  
森林整備部計画課 松井琢郎  
同 治山課 村上卓也  
同 整備課 原修  
同 研究普及課 中村毅  
国有林野部業務課 川瀬義昭

の方々に、オブザーバーとしてご協力をいただいております。

(編集室スタッフ)

村岡哲哉 福井昭一郎  
吉田功 花岡純子

## 協会のうごき

### ◎海外出張(派遣)

11/30～12/24、坂本国際協力部長、ドミニカ現地調査、同国。

### ◎地球環境部関係業務

12/11、於スクワール麹町(東京・四谷)、「吸収源対策の第三者認証制度の試行事業」平成13年度第二回検討委員会。

12/11、於スクワール麹町、「炭素吸収源データ収集システム開発事業」平成13年度第二回検討委員会。

### ◎技術研究部関係業務

12/4～5、於大分県中津江村、上津江村、熊本県阿蘇町ほか、「水源地森林機能研究会」現地検討会。

### ◎森林整備部関係業務

12/3、於都市センタービル(東京)、「第3回大規模林業開拓会

道の構造基準見直し検討委員会」。

### ◎森林環境部関係業務

12/10、於群馬森林管理署、「第1回オオタカ等の保護と人工林施業との共生に関する調査研究検討委員会」。

### ◎林業技士養成スクーリング研修

12/3～7、於本会、林業機械部門(前)筑波大教授・鈴木正之氏ほか6名を講師として実施。受講者13名。

12/10～14、於本会、森林評価部門を近畿中部総合鑑定所長・小倉康彦氏ほか5名を講師として実施。受講者16名。

### ◎番町クラブ12月例会

12/20、於本会、ビデオ上映および会員による懇親会を行った。

林業技術 第718号 平成14年1月10日 発行

編集発行人 弘中義夫 印刷所 株式会社太平社

発行所 社団法人日本林業技術協会 ◎

〒102-0085 東京都千代田区六番町7 TEL 03(3261)5281(代)

振替 00130-8-60448番 FAX 03(3261)5393(代)

【URL】<http://www.jafta.or.jp>

RINGYO GIJUTSU published by  
JAPAN FOREST TECHNICAL ASSOCIATION  
TOKYO JAPAN

(普通会費3,500円・学生会費2,500円・終身会費(個人)30,000円)



# 安全、そして人と自然の調和を目指して。

## 巾広い適用害獣

ノウサギ、カモシカ、そしてシカに忌避効果  
が認められた初めての散布タイプ忌避剤です。



## 散布が簡単

これまでに無いゾル剤で、シカ、ノウサギの樹幹部分の皮剥ぎ被害に予防散布が行えます。

## 長い効果

葉液は素早く乾燥し、降雨による流失がなく、  
食害を長期にわたって防止します。

## 安全性

有効成分のジラムは、殺菌剤として長年使用  
されてきた低毒性薬剤で普通物です。

## 野生草食獣食害忌避剤

農林水産省登録第17911号

# コニファー<sup>®</sup>水和剤

造林木を野生動物の食害から守る

販売 DDS 大同商事株式会社

製造 保土谷アクロス株式会社

本社／〒105-0013 東京都港区浜松町1丁目10番8号(野田ビル5F)

東京本社 03(5470)8491㈹／大阪 06(6231)2819／九州 092(761)1134／札幌 011(563)0317

カタログのご請求は、上記住所へどうぞ。

資料請求券  
林技

100万本出荷達成！！

## 食害された苗木にヘキサチューブ

### 保育事業に最適です

- ・食害された苗木は早期に復活します
  - ・改植(地ごしらえ・苗木・植栽費)は不要
  - ・かぶせる時期は選びません
  - ・育てたい本数にだけかぶせてください
- 
- ・食害完全防止・驚異的成长促進・下刈り軽減・誤伐防止
  - ・雪害防止・活着率向上・植栽本数大幅カット・管理軽減
  - ・トータルコストダウン・野生動物と共に

<http://www.hexatube.com>

 ハイトカルチャ  
株式会社  
PHYTOCULTURE CONTROL CO.,LTD.

営業部 京都

613-0034 京都府久世郡久御山町佐山  
西ノ口10-1 日本ファミリービル  
(tel) 0774-46-1351 (fax) 0774-48-1005



ヘキサチューブを被せて大きくなった食害苗木

**Not Just User Friendly.  
Computer Friendly.**

Super PLANIX β

# 面積・線長・座標を 測る

あらゆる図形の座標・面積・線長（周囲長）・辺長を  
圧倒的なコストパフォーマンスで簡単に同時に測定できる外部出力付の  
タマヤ スーパープラニクス β



写真はスーパープラニクスβの標準タイプ

測定ツールの新しい幕開け

スーパープラニクスにβ  
(ベータ)登場。

## 使いやすさとコストを 追及して新発売！ スーパープラニクスβ(ベータ) ←外部出力付→

標準タイプ………¥160.000  
プリンタタイプ…¥192.000

## 豊富な機能をもつスーパープラニクス の最高峰 スーパープラニクスα(アルファ)

スーパープラニクスαは、座標、辺長、線長、  
面積、半径、図心、三斜（底辺、高さ、面積）、  
角度（2辺長、狭角）の豊富な測定機能や、コ  
ンピュータの端末デジタイザを実現する外部出  
力を備えた図形測定のスーパーディバイスです。

標準タイプ………¥198.000  
プリンタタイプ…¥230.000

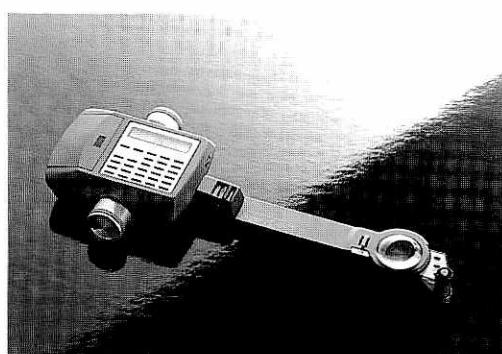
### 検査済み±0.1%の高精度

スーパープラニクスβは、工場出荷時に厳格な検査を施して  
いますので、わずらわしい誤差修正などの作業なしでご購入  
されたときからすぐ±0.1%の高精度でご使用になれます。

### コンピュタフレンドリイなオプションツール

16桁小型プリンタ、RS-232Cインターフェイスケーブル、  
ワイヤレスモ뎀、キーボードインターフェイス、各種専用  
プログラムなどの充実したスーパープラニクスαのオプショ  
ンツール群がそのまま外部出力のために使用できます。

### 測定操作が楽な直線補間機能とオートクローズ機能



TAMAYA

タマヤ計測システム 株式会社

〒104-0061 東京都中央区銀座 4-4-4 アートビル TEL.03-3561-8711 FAX.03-3561-8719

昭和二十四年一月十日発行  
第三種郵便物認可行  
(毎月一回十日発行)

## 林業技術

第七一八号

定価四四五円(会員の購読料は会費に含まれています)送料八五円

新版 好評発売中!!

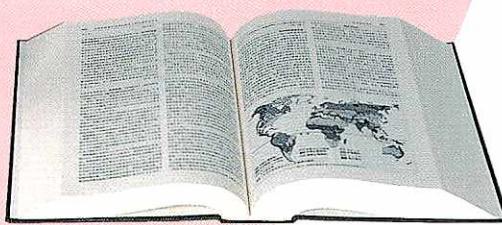
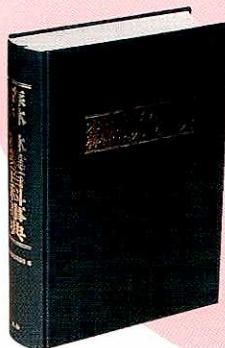
日林協創立80周年記念事業

# 森林・林業百科事典

●(社)日本林業技術協会 編 ●発行:丸善(株)出版事業部

■B5判 1,250頁 上製・函入

■定価 本体28,000円+税



### [本書の特色]

- 日林協創立80周年記念事業として刊行—6カ年に及ぶ編集・制作期間、各分野を代表する執筆陣(143名)による信頼の書。
- 「森林」「環境」「林業」「林産業」にかかわる全ての分野を網羅—解説項目は前版の1.7倍にあたる2,900項目を収載。
  - 「森林生態・環境」「治山・治水」「育林」「育種」「政策」「計画」「経営」「伐木・搬出」「林産物利用」等の基本的重要な分野は、これまでの成果や最新の知見を加えてさらに充実。
  - 「環境問題」「生物多様性」など21世紀森林の課題等についても解説項目を充実。
  - 「国際化」「市民参加」「森林レク利用」「バイオテクノロジー研究」「森林GIS」「高性能林業機械化」など最近の情報や動向も充実解説。
- 知りたい事項、確認したい事項をすぐに検索(索引約13,000語)、資料図版を充実して懇切な解説。索引には、主として英語(ほかにフランス・ドイツ・スペイン語等)を付記。
- 林務関係者、政策立案者、研究・教育者、実務者、学生諸氏はもちろんのこと、森林に関心をもつ一般の方々まで幅広く利用できる内容構成。

●本書は、全国の書店または発行所の丸善に直接お申し込みください。【日林協での販売は行っていません】

丸善 [出版事業部]

〒103-8245 東京都中央区日本橋2-3-10  
TEL 03-3272-0521 FAX 03-3272-0693

日本に留学、木平勇吉先生の指導を得て日本の森林・林業・木材産業を紹介したコンパクトな英文ガイドブック。教材として、また海外からのお客様にも最適な一冊です。

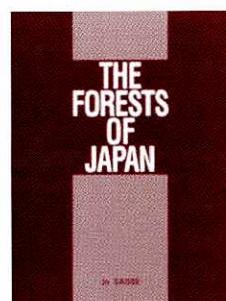
## THE FORESTS OF JAPAN

英語版

Jo SASSE ジョー・サッセ  
オーストラリア ビクトリア州天然資源環境省・  
林木技術センター主任研究員。農学博士

口絵:カラー  
B5変型 80頁  
定価(本体 1,000円+税)

本書の構成…日本の自然・動植物。森林帯とその特徴。日本の森林の歴史。所有形態・管理・法体制等。日本の人工林。木材の需給。木材産業。参考文献。日本産樹種名の和英対照表など。



本書のお求めは… (社)日本林業技術協会 普及部まで 〒102-0085 東京都千代田区六番町7  
TEL 03-3261-6969 FAX 03-3261-3044